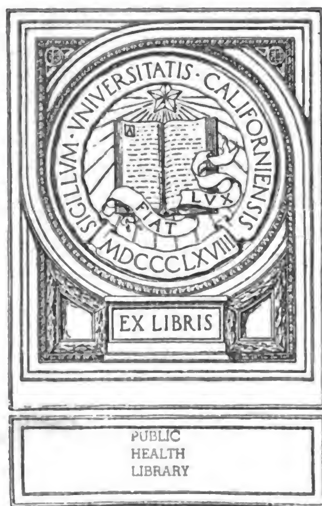
Ortschaften, wo die Prophylaxis angewendet wurde	Zur Verwendung gelangte Medizinalien	Dauer der Behandlung	Zahl d. behandelten Person	Recidivkranke	Prozent	Neuerkrankungen	Prozent
Muzzano (Udina)	Chinin mur.	1. Juli bis 31. Oktober	20	—	—	—	—
Mailand	Chinin mur. in Tabletten	am 24. Juni	50	—	—	—	—
Trecate (Novara)	Chinin mur. in Tabletten	15. Juli bis 30. November	29	5	17,4	0	0
Vigasio (Verona)	Chinin mur.	1. Juli bis 21. Oktober	53	1	2,00	2	4,00
Nogarole Rocca (Verona) (wöchentl. Behandlung)	Chinin mur.	?	28	2	7,1	—	—
Mozzecane (Verona)	Chinin mur.	1. Juli bis 15. November	39	3	7,6	—	—
Detto (wöchentl. Behandlung)	Chinin mur.	1. Juli bis 15. November	38	12	31,5	—	—
Mantua	Chinin mur. in Tabletten	1. Juli bis 15. Oktober	37	0	—	—	—
Argenta (Ferrara)	Chinin bimur.	1. Juli bis 31. Oktober	73	—	—	2	2,7
Detto	Euchinin	1. Juli bis 31. Oktober	30	—	—	1	3,3
Provinz Grosseto (wöchentl. Behandlung)	Chinin solf. in Kapseln	1. Mai bis Ende Oktober	1831	170		9,28	
Forum Appium (Pontinische Sümpfe)	Chinin bimur.	Herbst	72	3		4%	
Ostia (römische Campagna)	Chinin in verzuckerten Tabletten zu 20 cg	1. Juli bis 6. August 19. VIII. — 15. XI. 15. X. — 15. XI.	398	19	4,7	3	0,7
Lunghezza (römische Campagna)	Chinin bisolf. in Tabletten	9. Juli bis 16. August	52	3	5,7	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,5	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3,3	—	—
[illegible]	[illegible]	[illegible] … 30. Septemb.	[illegible]	[illegible]	4,00	—	—
		Im ganzen	3055	Neuinfekt. u. Recidive		235	
						also	7,7%


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS
PUBLIC
HEALTH
LIBRARY

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON **MAX v. PETTENKOFER.**)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Generaloberarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. WERNICKE, Posen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

STRASSBURG MÜNCHEN LEIPZIG BERLIN.

ACHTUNDVIERZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND BERLIN.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1904.

Inhalt.

Seite

Über Buttersäuregärung. III. Abhandlung. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Wien.) A. Morphologie des Rauschbrandbacillus und des Ödembacillus. Von R. Grafsberger. (Hierzu Tafel I bis XI) 1

B. Chemisch-biologisches Verhalten des Rauschbrandbacillus und des Ödembacillus. Von A. Schattenfroh 77

Über den Einflufs der Besonnung auf den Wasserdampfgehalt der Kleiderluft. Von Privatdozent Dr. Heinrich Wolpert. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin) 107

Die Konservierung des Hackfleisches mit (neutralem) schwefligsaurem Natrium. Von Dr. E. Altschüler, Assistenten des Instituts. (Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität Strafsburg) 114

Weitere Beiträge zur Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlor und Brom. Von Dr. Franz Ballner, k. u. k. Regimentsarzt an der Infanterie-Kadettenschule in Innsbruck. (Aus dem hygienischen Institute der k. k. Universität Innsbruck; Vorstand: Professor Lode) 140

Über den Einflufs des Lichtes auf organische Substanzen mit besonderer Berücksichtigung der Selbstreinigung der Flüsse. Von Dr. R. Rapp-München 179

Über trockene Konservierung agglutinierender und präzipitierender Sera. Von Dr. Erwin Jacobsthal, I. Assistenten des Instituts. (Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität Strafsburg) 207

Die Malaria in Italien im Jahre 1902. Epidemiologische und prophylaktische Forschungen, zusammengefafst von A. Celli 222

Seite

Energieverbrauch im Leben der Mikroorganismen. Von Max Rubner 260

Die Gruber-Widalsche Probe bei Mischinfektion durch Typhusbazillen und Staphylokokken. (Mit Mischkulturversuchen.) Von Dr. Heinrich Kayser, Assistenten der medizinischen Klinik (Aus der medizinischen Universitätsklinik und dem Institut für Hygiene und Bakteriologie zu Strafsburg i/Els.) 313

Über eine eigentümliche schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen während gewisser Monate des Jahres, und ihre Beziehung zur Coryza, Influenza etc. Von Prof. Claudio Fermi. (Hygienisches Institut der kgl. Universität Sassari) 321

Über Buttersäuregärung.

(III. Abhandlung.)

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Wien.)

A. Morphologie des Rauschbrandbacillus und des Ödembacillus.

Von

R. Grafsberger.

(Hierzu Tafel I bis XI.)

Wenn wir in unseren bisherigen, in diesem Archiv veröffentlichten Abhandlungen (siehe Band 37 und 42) über die Buttersäuregärungserreger schon durch die Überschriften der betreffenden Arbeiten andeuteten, dafs wir das spezielle Studium der Gärungserscheinungen, welche die genannten Bakterien in zuckerhaltigen Nährböden hervorrufen, in den Vordergrund des Interesses stellten, konnten wir in einer Reihe von vorläufigen Mitteilungen, die wir an anderer Stelle (Münchener Medizinische Wochenschrift, Wiener Klinische Wochenschrift) veröffentlichten, darauf hinweisen, dafs zwischen den Buttersäurebakterien und einer Anzahl von bekannten krankheitserregenden Bakterien weitgehende verwandtschaftliche Beziehungen existieren, die es gerechtfertigt erscheinen lassen, den Erreger der Gasphlegmone, den Erreger des Rauschbrandes sowie den Ödembacillus in den Gang unserer fortlaufenden Untersuchungen einzubeziehen. Über die eben genannten Bakterien liegt bereits eine ganze Literatur vor. Es mag demnach auf den ersten Blick überflüssig erscheinen, den vielen Beschreibungen noch eine neue hinzuzufügen. Unternehmen wir es trotz dieses Bedenkens, so leitet uns hierbei folgende Überlegung, deren Berechtigung kaum zu bestreiten ist.

Wer die Literatur über diese pathogenen Bakterien verfolgt, wird durch die mannigfachen Widersprüche und Unklarheiten nur schwer den Weg zu einem befriedigend klaren Bilde ihrer Eigenschaften finden. Nicht nur die an sich sehr beträchtlichen Schwierigkeiten, welche diese überaus empfindlichen Bakterien der Züchtung entgegenstellen, tragen daran Schuld, sondern es läfst sich nicht verkennen, dafs fast alle ihre Beschreiber das Interesse an den Erscheinungen, die mit der Pathogenität unmittelbar zusammenhängen, in einseitiger Weise beeinflufst hat. Trotz dieser intensiven Anteilnahme waren die Früchte der Studien gerade in der praktisch wichtigen Frage der Toxinbildung recht dürftige.

Der Grund für diesen auffallenden Gegensatz zwischen Wunsch und Erfolg liegt — dies hoffen wir in unserer Arbeit beweisen zu können — in der mangelhaften Kenntnis des biologischen Charakters dieser Bakterien sowie der verwandtschaftlichen Beziehungen zu den zahlreichen in der Natur verbreiteten nicht pathogenen Arten.

Uns trieb, wie eingangs erwähnt, zunächst nicht die Absicht, wirksame Rauschbrandtoxine zu erzeugen, dem Studium dieser gefährlichen Bakterien in die Arme, sondern sie kreuzten — sozusagen — unseren Weg, als sich beim Studium des unbeweglichen Buttersäurebacillus herausstellte, dafs diese Bakterienart unter Umständen pathogene Eigenschaften besitzt. Diese Beobachtung veranlafste uns zu einem genauen Studium des Gasphlegmonebacillus und des Rauschbrandbacillus. Wir müssen dem Schicksal für diese Ablenkung vom geraden Weg dankbar sein. Denn gerade das Studium dieser Bakterien hat uns darauf geführt, dafs unsere ersten Untersuchungen über den unbeweglichen Buttersäurebacillus (der schlecht gewählte Name Granulobacillus etc. wurde von uns bereits vor mehr als Jahresfrist widerrufen) unvollkommen und einseitig waren und es voraussichtlich auch geblieben wären, wenn wir nicht im Rauschbrandbacillus eine Bakterienart kennen gelernt hätten, welche, wie keine andere, geeignet erscheint, die in manchen Punkten so schwer zu verfolgende Buttersäuregärung unserem Verständnis näher zu bringen. Der Reichtum an Formen, die ungemeine Labilität des Stoff-

wechsels, beide zum Teile unverkennbar parallel gehend, machen das Studium des Rauschbrandbacillus sehr geeignet, auch allgemein wichtige biologische Fragen zu klären. Aus diesem Grunde wollen wir diese Bakterienart in den Mittelpunkt unserer Beschreibung stellen. Im Anschlufs hieran sollen dann kursorisch der Gasphlegmonebacillus und der Ödembacillus besprochen werden, — letztere beiden nur insoweit, als es zur Beschreibung ihres Verwandtschaftsgrades nötig erscheint.

Man ist — um mit dem Rauschbrandbacillus zu beginnen — bei dieser pleomorphen Bakterienart in einiger Verlegenheit, an welchem Punkte die Beschreibung einzusetzen hat. Welche Formen sollen wir in diesem reichen Wechsel als normale hinstellen? — Oder tun wir besser, wenn wir von dieser bedenklichen Frage vorderhand Umgang nehmen und etwa nach Art der neuerdings wieder auftauchenden »Bakterienschlüssel« auf kurzem Wege entscheiden: »Wie sehen die Rauschbrandbacillen sowie ihre Kulturen aus, wenn wir auf Agar, Gelatine, Bouillon, Serum, Milch etc. übertragen?« Sollen wir es den Berufenen überlassen, die Bilder zu deuten?

Dieser Versuch, den Formenkreis einfach in Anlehnung an die wechselnde Zusammensetzung der Nährböden zu schildern, würde sich bald als vergeblich herausstellen[1]), da bei diesen Bakterienarten die im Laufe oft weniger Überimpfungen verlorenen oder neuerworbenen Eigenschaften als erblich fortwirkende Ursachen dazuführen, dafs die von einer Kolonie abgeleiteten Kulturen auf Nährböden gleicher Art (je nach den Schicksalen der zwischen gemeinsamer Ausgangskolonie und der zur Abimpfung bestimmten Endkultur liegenden Generationen) verschiedene Formen aufweisen. Wir ziehen es demnach vor, zunächst die Formen nach den streng morphologischen Verhältnissen als solchen zu gruppieren und hierbei die abweichende Beschaffenheit des Zellinhalts, das Vorhandensein oder Fehlen von Geifseln als wichtige Anhaltspunkte zu verwenden.

Wie im folgenden gezeigt werden soll, unterscheiden sich die jungen Stäbchen des Rauschbrandbacillus, auch wenn wir

1) Schon v. Hibler hat dies taktvoll angedeutet.

vom Zustand der Versporung absehen, unter verschiedenen Verhältnissen nicht unbeträchtlich durch ihre Länge und Dicke. Man könnte hiernach etwa plumpe und zarte Stäbchenformen unterscheiden. Aber auch diese leicht erkennbaren Differenzen können nicht ohne weiteres einen Anhaltspunkt für die Einteilung abgeben, da zum Beispiel zarte Stäbchen sporogen oder asporogen sein können, und auf ähnliche Schwierigkeiten stofsen wir bei jedem Versuche, für die Einteilung Anhaltspunkte zu gewinnen. Desungeachtet dürfte es am einfachsten und übersichtlichsten sein, die Einteilung der Formen zunächst im Anschlufs an die von uns bereits vor 2 Jahren mitgeteilte merkwürdige Tatsache vorzunehmen, dafs der Rauschbrandbacillus je nach Umständen lebhaft beweglich, geifseltragend, oder unbeweglich, geifsellos, ist. Die diesen beiden Formen entsprechenden Zustände einer und derselben Bakterienart stehen in ihren Extremen, morphologisch und biologisch, viel weiter voneinander ab als zahlreiche sog. Bakterienarten, die bisher in eine gemeinsame Gruppe gestellt wurden.

Die Besprechung der Verhältnisse, unter welchen diese differenten Zustände entstehen, wird reichlich Gelegenheit geben, auf die zahlreichen Beziehungen hinzuweisen, welche Morphologie, Chemismus im weiteren Sinne, Pathogenität miteinander verbinden. Da es sich hier darum handelt, unsere Bakterienart in allen ihren verfolgbaren wesentlichen Eigenschaften kennen zu lernen, soll in der nachfolgenden Beschreibung das pathogene Verhalten in den Hintergrund treten. Wir wollen diese Eigenschaft nur insoweit berücksichtigen, als sie, wenn vorhanden, uns bei der steten Kontrolle, ob eine mit Hilfe unserer Methoden gezüchtete Reinkultur in der Tat Rauschbrandbacillen enthält, wirksame Dienste leisten mufs.

Bevor wir mit der Schilderung der morphologischen Verhältnisse beginnen, mögen einige Bemerkungen über den Gesichtspunkt, unter welchem die photographischen Darstellungen ausgewählt wurden, vorausgeschickt werden. Als Aufgabe der photographischen Aufnahmen, die ich im Verein mit Herrn Universitätslehrer Hinterberger in dessen Privatlaboratorium anfertigte, sehen wir vor allem die wahrheitsgetreue Wiedergabe

von mikroskopischen Präparaten an, die in typischer Weise an möglichst zahlreichen Individuen desselben Gesichtsfeldes gleichartige Zustände erkennen lassen. Wollte man vorzugsweise die überaus häufig zur Beobachtung kommenden Bilder wiedergeben, in denen morphologisch verschiedenartige Individuen nebeneinander liegen, so wäre dies zwar immerhin noch wertvoller als die gezeichneten Kombinationsbilder, aber es würde dadurch die Übersicht leiden. Ausschalten der in einem Bilde nicht »typischen« Bakterienzellen durch Einengung des Gesichtsfeldes, durch Auswahl von schütteren Stellen des Präparates haben wir vermieden. Retouche irgendwelcher Art ist bei sämtlichen Negativen und Abdrücken selbstverständlich unterblieben. Zur Reproduktion wurden die Originalplatten herangezogen, nicht etwa retouchierte kontrastreiche Kopien. Leitete uns demnach während unserer Studien das Bestreben, Präparate zur mikrophotographischen Aufnahme zu bringen, die bei dichter Lagerung, bei grofsem Gesichtsfelde gleichartige Formen zeigen, so führten in vielen Fällen gerade die hiermit verbundenen Schwierigkeiten der Beschaffung entsprechender Objekte zu gründlichem Studium der Bedingungen, unter denen sich besonders reichlich Individuen dieses oder jenes Formentypus entwickeln. Die ehrliche Kunst der Mikrophotographie ist, wie wenig anderes, geeignet, auf das Studium der Lebensbedingungen so überaus empfindlicher Bakterien, wie es die in den Kreis der Betrachtung gezogenen anaeroben Bakterien sind, befruchtend zu wirken.

Als Ausgangspunkt der Beschreibung wählen wir jenen Zustand, in dem sich die Rauschbrandbacillen in dem Tierkörper wenige Stunden nach dem Tode der Versuchstiere befinden. Bei der weitgehenden Pleomorphie der Rauschbrandbacillen darf man freilich nicht erwarten, in allen Fällen ein gleichartiges Bild zu bekommen. Selbst dann, wenn wir z. B. Meerschweinchen stets in gleichartiger Weise mit Rauschbrand-Trockenmuskel subkutan infizieren, und wenige Stunden nach dem Tode der Tiere Präparate anfertigen, zeigen diese verschiedene Bilder. Immerhin läfst sich eine gewisse Gesetzmäfsigkeit feststellen, ein gewisser Zusammen-

hang mit der Art des zur Infektion verwandten Ausgangsmateriales. Wir nehmen hier als Ausgangsmaterial einen getrockneten vom Rauschbrandkadaver (Rind) stammenden Muskel. Dieser Rauschbrandmuskel wurde zur Infektion eines Meerschweinchens verwendet und nach wiederholter Passage über Meerschweinchen wurde schliefslich mit dem Safte eines toten Meerschweinchens ein Stier subkutan infiziert. Von dem Kadaver des nach 36 Stunden verendeten Tieres wurden rauschbrandige Muskeln entnommen und im Vakuum scharf getrocknet. Die in diesem Material enthaltenen Sporen sind durch hohe Virulenz ausgezeichnet sowie durch den Umstand, dafs die aus ihnen hervorgehenden Vegetationen eine überaus grofse Neigung zur Versporung aufweisen. Infiziert man nun ein Meerschweinchen mit derartigem Material subkutan, so geht das Tier unter den bekannten typischen Erscheinungen in 20—36 Stunden ein. Sechs Stunden post mortem eröffnen wir den Kadaver, entnehmen unter aseptischen Kautelen etwas von den charakteristisch veränderten Bauchmuskeln.

In Analogie zu vielen ähnlichen Erfahrungen ist die Vermehrung solcher hochvirulenter Bakterien im Meerschweinchen oft eine verhältnismäfsig geringfügige. In der Ödemflüssigkeit finden sich spärlich Bacillen, reichlicher ist die Zahl derselben in den von Hämorrhagien durchsetzten Muskeln, namentlich finden sich hier frühzeitig sporulierende Stäbchen. Der ausgeprefste Saft solcher Muskeln wurde zentrifugiert und der Zentrifugensatz zur Anfertigung des mit verdünntem Gentianaviolett gefärbten Präparates verwendet, von welchem Fig. 66 eine Stelle bei 1000facher Vergröfserung zeigt. Wir sehen eine Anzahl von roten Blutkörperchen und dazwischen liegend Stäbchen und Doppelstäbchen, die im allgemeinen zwei Typen aufweisen:

1. Die Mehrzahl der Stäbchen sind klein und schlank, sie sind entweder gleichmäfsig gefärbt oder derart differenziert, dafs bei blässerem Plasma des übrigen Stäbchens eine endständige rundliche Partie dunkel gefärbt erscheint (Sporenanlage). Von den letztgenannten Stäbchen zeigen einige geringfügige, spindelförmige Auftreibung, bei einem der Stäbchen ist die Spore bereits

ausgebildet. (Bei Anwendung der Jodfärbung zeigten manche sporulierende Stäbchen Einlagerung von Granulose.)

2. Zwischen den schlanken Stäbchen des Typus I springen scharf hervor auffallend grofse, plumpe, mit Schleimkapseln versehene Stäbchen. In der oberen Hälfte des Gesichtsfeldes liegt eine Kette von vier derartigen Individuen. Im lebenden Zustand untersucht, zeigen die Stäbchen nur zum Teile schwache Eigenbewegung.

Welche Bedeutung hat das Vorkommen dieser zwei Typen von Formen in dem Gewebe des mit Reinmaterial von Rauschbrand infizierten Tieres? Diese Frage führt uns mitten in die Schwierigkeiten der Züchtung des Rauschbrandbacillus, auf die wir stofsen, gleichgültig, ob wir vom Trockenmuskel oder vom Gewebssaft ausgehen. Jedem Forscher, der sich mit der Isolierung des Rauschbrandbacillus beschäftigt hat, ist speziell die Schwierigkeit der Isolierung auf festem Nährboden bekannt. Dieses Verhalten wurde vielfach mit Recht auf die Mangelhaftigkeit der älteren anaeroben Züchtungsmethoden zurückgeführt, die gewifs bei der Isolierung aus natürlichem Substrate noch mehr ins Gewicht fällt als bei der Weiterübertragung von Kulturen, die einmal auf unseren Nährböden zur Entwicklung gelaugt sind. Es kann aber nicht scharf genug betont werden, dafs die Empfindlichkeit gegenüber dem Sauerstoff nicht die einzige Klippe darstellt, an der so häufig Isolierungsversuche dieser Bakterien scheitern. Aufgabe der Isolierung bleibt es, neben der Beachtung strengster Anaerobiose auf den Umstand Rücksicht zu nehmen, dafs bei der Übertragung des Rauschbrandbacillus vom Tier auf unsere Laboratoriums-Nährböden unter allen Umständen eine Art Anpassung an letztere gelingen mufs. Entweder mifslingt der Versuch: Die vom Tier auf den Nährboden übertragenen Keime gelangen trotz aller Vorsicht nicht zur Entwicklung. Oder aber es kommt im zweiten Fall zu ganz geringfügiger Entwicklung, wobei selbst in den ganz jungen Kulturen an den Individuen die Anzeichen schwerster Erkrankung auftreten; es kommt zu abnormem Versporungsablauf, der mit der Bildung gröfstenteils biologisch wertloser Sporen abschliefst. Die primären Kulturen sind nicht übertragbar.

In einem dritten Falle endlich gelingt häufig die Anpassung in dem Sinne, dafs weiter übertragbare Kulturen erhalten werden, die anscheinend morphologisch normale Zellen aufweisen. Aber die Anpassung war von einer wesentlichen Alteration der biologischen Eigenschaften gefolgt, die den Charakter der Bakterien verändern, die z. B. unter anderem zu einem raschen Verlust der Pathogenität führen. Damit geht uns aber ein wichtiges Merkmal des Rauschbrandbacillus verloren, dessen wir bei der bekannten Dürftigkeit der für uns erkennbaren Wahrzeichen nicht entbehren können, bis wir durch wiederholtes Hervorrufen von Kolonien die Sicherheit gewonnen haben, dafs eine von einer solchen Kolonie abgeimpfte Reinkultur ihrem Namen Ehre macht. Verhältnismäfsig selten endlich gelingt uns im vierten Falle ohne weitere Schwierigkeiten die Anpassung des Rauschbrandbacillus an unsere Nährböden derart, dafs wir gut weiter impfbare Kulturen des Rauschbrandbacillus mit Beibehaltung der für die Toxinerzeugung wesentlichen Eigenschaften erhalten. Hier entscheiden zum Teil Standortvarietäten. Vor allem kann uns die durch mikroskopische Untersuchung des Materials oder durch bereits vorhergegangene kulturelle Untersuchung zu lösende Frage, ob es sich um Material mit starker oder schwacher Tendenz zur Versporung handelt, wichtige Anhaltspunkte geben.

Im allgemeinen gelingt die Erzielung von Kulturen schwerer bei erstgenanntem als bei letztgenanntem Material.

Da nun aber gerade die stark sporulierenden, schwer züchtbaren Rassen sich oft durch besondere Virulenz auszeichnen, auf deren Beibehaltung wir aus den früher genannten Gründen Gewicht legen, liegen die Schwierigkeiten der Gewinnung üppig wachsender, leicht übertragungsfähiger, toxinbildender Kulturen auf der Hand.

Es wird sich dies am besten zeigen lassen, wenn wir die Isolierungsversuche mit Hilfe von Agar oder Zuckeragarplatten schildern. Wir nehmen von einem Rauschbrandtrockenmuskel, der Rauschbrandsporen enthält, ein kleines Stückchen in eine Petrischale, zerschaben oder zerschneiden den Muskel mit Messer oder Schere und legen von dem Geschabsel drei Verdünnungen

in frisch ausgekochtem, rasch auf 45^0 abgekühltem Zuckeragar an. Die Röhrchen werden ausgegossen, wir lassen erstarren und bringen die Schalen in unseren anaeroben Apparat. Wir leiten kräftig Wasserstoff durch und aktivieren nach 20 Minuten die im Boden der Glocke stehende vorher im Vakuum ausgekochte saure Pyrogallollösung durch Einfliefsenlassen von Kalilauge.

Die Schläuche werden herausgezogen und die Glocke mit den Schalen in den Brutschrank gestellt. Schildern wir das Aussehen der Schalen nach deren 24stündigem Aufenthalt im Brutschrank.

1. In vielen Fällen zeigen die Schalen keine Vegetationen, die Kulturen sind steril geblieben.

2. In anderen Fällen, dies kommt ebenfalls häufig vor sehen wir ein Bild, wie es etwa Fig. 36 zeigt. Es finden sich verschieden grofse Gasblasen, diese zeigen in dem flüssigen Inhalt, welche den Randmeniskus erfüllt, spärliche oder seltener reichliche, in letzterem Falle auch die Umgebung infiltrierende (hier abgebildete) Vegetationen. In 48 Stunden alten Platten hat sich oft ein Rasen zwischen Agar und Glas entwickelt.

3. In seltenen Fällen finden wir daneben in Gruppen stehende kleine Kolonien, meist von filzigem Gefüge. Selbst bei sorgfältigstem Schwemmen der Originalmuskel, selbst bei Verwendung von frischen Gewebsstückchen zur Aussaat, wobei massenhaft Stäbchen sich in dem verflüssigten Agar verteilen, kommt es nicht selten zum Auftreten solcher in Gruppen stehender Kolonien. Untersuchen wir bei schwacher Vergröfserung, so finden wir in den Zentren der Koloniegruppen, im Bereiche der Gasblasen Reste der Muskelstückchen, der Gewebsstückchen. Dies kann wohl nur auf einen wachstumsbefördernden Einflufs dieser Teilchen zurückzuführen sein.

Da wir schon seit Jahren in der Anaeroben-Züchtung sterilen Muskel verwenden, veranlafste uns diese Beobachtung zur Ausarbeitung folgender Methode. Im Einvernehmen mit einem zuverlässigen Fleischer verschaffen wir uns an Schlachttagen ein, möglichst wenig von grofsen Blutgefäfsen, Sehnen etc. durchsetztes, kubisches 1—2 kg schweres Stück Rindfleisch (glatt

behauen). Das Fleischstück wird sofort auf einen Teller gelegt, und es wird mit einer glühenden Blechplatte die Oberfläche wiederholt gebrannt, so dafs die graue Verfärbung etwa 0,5 bis 1,5 cm in die Tiefe reicht.

Mit stark erhitzter Pinzette und scharfem, sterilem Messer werden nun rasch aus der Tiefe kleine Stückchen herausgeholt und entweder sofort in bereit gestellte Petrischalen, deren Deckel ein Assistent lüftet, oder behufs Aufbewahrung in sterile Eprouvetten geschoben, die man im Buchnerrohr verschlossen bei kühler Temperatur hält. Man kann sich bei exakter Einhaltung der nötigen Vorsichtsmafsregeln leicht davon überzeugen, dafs Kontrollröhrchen mit solchen Muskeln, die eventuell noch mit steriler Bouillon beschickt sein können, im Brutschrank aufbewahrt, steril bleiben. Selbstverständlich müssen bei der Plattenaussaat, falls man sicher gehen will, in jedem speziellen Falle die verwendeten Muskelstückchen auf Sterilität geprüft werden. Wir gehen demnach bei der Anfertigung der primären Platten folgendermafsen vor. Ein steriles Fleischstückchen wird in eine Petrischale gelegt. Unter Lüften des Deckels von seiten eines Assistenten zerteilen wir mit steriler Pinzette und sterilem Messer oder Schere das Fleischstückchen. Nun werden die einstweilen sorgfältig ausgekochten und auf 45° abgekühlten drei Zuckeragarröhrchen mit dem Originalmaterial beschickt und ebenso wie ein viertes Röhrchen, welches sterilen Zuckeragar enthält, in die Schalen gegossen. Ist dies geschehen, so überträgt man mit Hilfe einer feinen Platinnadel, die ausgeglüht und etwas abkühlen gelassen wird, einzelne Stückchen des sterilen Muskels (sie haften leicht an der noch heifsen Nadel) durch Betupfen resp. Abklopfen auf die in den einzelnen Schalen verteilten Zuckeragarnährböden, die eben noch flüssig sind. Die erstarrten Kulturen kommen dann sofort in den anaeroben Apparat. Es wirken nun die sterilen Fleischstückchen auf die in der Gallerte zerstreut liegenden Keime eminent wachstumsbefördernd. Selbst hochsporogene Rassen, deren Züchtungsversuche sonst fehlschlugen, liefern nach 24 Stunden Vegetationen.

Diese unter dem Einflufs sterilen Fleisches im Zuckeragar emporschiefsenden Vegetationen des Rauschbrandbacillus kommen besonders häufig in zweierlei Formen zu Gesicht. Im einen Falle erfolgt das Wachstum im Muskel selbst. Dort wo Sporen dem Muskel nahe liegen, tritt Entwicklung ein, die Vegetation durchzieht und umgibt den Muskel. In der Umgebung der Muskeln verrät sich der Prozefs oft durch Gasblasen, welche den Nährboden vom Glas abheben und nicht selten Randinfiltration mit Bakterien aufweisen. Im andern Falle findet man nicht selten bei Gegenwart oder Mangel von Gasblasen in der Umgebung der Muskelinseln kleinste Kolonien, die in weitem Hof rings um den Muskel, nach aufsen an Gröfse und Zahl abnehmend im Agar aufgeschossen sind. (Siehe Fig. 31. Vergröfserung = 5 mal.) Besonders auffällig zeigt sich die wachstumsbefördernde Eigenschaft des Muskels, wenn man Parallelplatten giefst, die einen mit, die andern ohne Muskelbeigabe. Der Muskel ermöglicht demnach auch das Auskeimen und die Vermehrung von isoliert liegenden Sporen. Die Kolonien um den sterilen Muskel verdienen überdies vor den Vegetationen, die sich um Stückchen des Originalmuskels entwickeln, gröfseres Vertrauen, da bei letzteren leicht verunreinigende Bakterien, die im Originalmaterial enthalten waren, zur Entwicklung kommen.[1]) Diese Vorzüge des Muskelagars werden von keinem anderen Nährboden, weder vom Blutagar, noch weniger vom Serumagar erreicht.

Wichtige Anhaltspunkte für die zu erwartenden weiteren Schicksale der Vegetationen ergibt die mikroskopische Untersuchung der primären Muskel-Zuckeragarplatten (z. B. nach 24 stündigem Wachstum). Weitaus am häufigsten zeigen die Muskelstückchen sowie die Kolonien in deren Umgebung (die Kontrolmuskeln und die betreffenden Schalen mit sterilem Agar müssen selbstversändlich vollkommen frei von Vegetationen sein, wenn der Versuch gelten soll) insbesondere dann, wenn Gasbildung mit reichlicher Randinfiltration ausgeblieben ist, Präparate,

1) Der Rindermuskel befördert auch das Wachstum zahlreicher anderer Bakterienarten.

die auf den ersten Anblick kaum vermuten lassen, dafs eine Reinkultur vorliegt. Die Bakterien sind sehr ungleich dick, zum Teil spindelförmig, tonnenförmig, auffallend lang, sie liegen in mifsstalteten Ketten etc., färben sich mit Anilinfarben aufserordentlich ungleich, manche diffus, intensiv, andere fleckig, wieder andere (die tonnen- und spindelförmigen) nehmen den Farbstoff nur ganz wenig auf. Färbt man solche Präparate mit Jod, so erscheinen die Bakterien im Vergleich zum Gentianaviolettbild reziprok gefärbt. Das massenhafte Auftreten von Granulose in zahlreichen Zellen zeigt sich nicht selten bereits dadurch, dafs sofort nach dem Auftragen der Lugolschen Lösung die bestrichene Fläche des Deckglases bereits dem freien Auge braun bis violett erscheint. Ein derartiges Bild, wie es überaus häufig zu sehen ist, zeigt Fig. 9. Diese Kolonien, beziehungsweise Vegetationen (nach 48 Stunden sieht die Sache nicht besser aus) der primären Kulturen verraten nicht nur dem Auge des Züchters ihre schlechte Anpassung an unseren Nährboden, sondern sie offenbaren den wenig erfreulichen Zustand der Zellen selbst dann, wenn in einzelnen oder zahlreichen derselben Sporen gebildet wurden, dadurch, dafs Übertragungsversuche auf Agar, (Zuckeragar, Gelatine) erfolglos sind. Es bleibt jedes Wachstum aus. Und doch finden sich unter diesen pleomorphen Zellen gewöhnlich noch übertragungsfähige. Kombinieren wir wieder sterilen Muskel mit Agar, entweder in der früher angegebenen Weise oder derart, dafs wir auf sterilen Rindermuskel (Eprouvette) impfen und diesen dann mit Agar überschichten, so tritt bei Übertragung von Vegetationen der primären Muskelagarplatte neuerlich Wachstum ein, vielleicht wieder nur in den Hilfsmuskeln oder in deren Umgebung, soweit der Zuckeragar mit den diffundierenden löslichen Substanzen gedüngt ist. Bei manchem Rauschbrandmaterial gelingt es erst nach 4, 5 und mehr Übertragungen auf Muskelagar, die Anpassung so weit zu bringen, dafs das Wachstum von Vegetationen auch an Stellen auftritt, welche ferne von den in den Zuckeragar versenkten Muskelstückchen liegen.

Tritt dieses Ereignis ein, so zeigen die Zuckeragarschalen ein ganz verändertes, sehr charakteristisches Bild. Während in

den früheren Generationen im extremen Falle nur tiefe kleine Kolonien in der auf Fig. 31 abgebildeten Weise in Gruppen auftreten, sind hier die Kolonien nach Mafsgabe der Verdünnung disseminiert, gleichmäfsig verteilt. (wichtiges Merkmal der Anpassung!) nicht selten finden sich zerstreut Gasblasen, in diesem Falle gewöhnlich mit üppiger Randinfiltration.

Die disseminierten tiefen Kolonien sind häufig (insbesondere bei reichlicher Aussaat) mit stacheligen Ausläufern versehen, die spärlicheren Kolonien auf schütter gesäten Platten erscheinen wetzsteinförmig. Neben diesen tiefen Kolonien finden sich nun vor allem, völlig abweichend von dem bisher beschriebenen, wohl abgegrenzte, runde, weifsliche Oberflächenkolonien (Fig. 34). Diese sehr charakteristischen Oberflächenkolonien, die gelegentlich bei leicht züchtbaren Rassen bereits in den primären Platten zur Entwicklung gelangen, unterscheiden sich in nichts von den unserseits beschriebenen Oberflächenkolonien des »unbeweglichen Buttersäurebacillus.« Sie kommen ebenfalls in zwei Typen vor, solchen mit zopfigen Ausläufern und solchen mit mehrfach konturiertem Rand (Fig. 70). Der eigentümliche schimmernde Glanz, den solche Kolonien bei schräg durchfallendem Lichte zeigen (etwa wie der von drehrund geschliffenen Metallscheiben) hängt mit einer regelmäfsigen Wellung des, in konzentrischen Kreisen, Berg und Tal bildenden Bakterienlagers zusammen. Auch hier zeigen die Kolonien zwischen Agar und Glas besonders häufig Ausläufer (Fig. 35).

Wir haben im vorhergehenden die mit Hilfe der Muskel-Zuckeragarmethode erfolgende Anpassung einer schwer züchtbaren Rauschbrandrasse an einen unserer Laboratoriumsnährböden geschildert. Anfang und Ende dieser Anpassungsreihe wären also einerseits Fig. 31 (Wachstum nur um den zugesetzten Muskel), anderseits Fig. 34 (Bildung von scharf abgegrenzten Oberflächenkolonien). Was die Morphologie der Zellen betrifft, welche primäre Kolonien und die am Schlusse des Versuches erhaltenen Kolonien enthalten, haben wir bereits früher hervorgehoben, dafs die primären Kolonien aus Zuckeragar pleormorphe, reichlich mit Jod intensiv färbbare Zellen enthalten.

Ganz anders sehen die Zellen der Oberflächenkolonien aus. Im extremen Falle (überaus häufig) enthalten die Kolonien von solchen Platten (gleichgültig, ob oberflächliche oder tiefe, oder Gasblasen mit Randinfiltration) durchwegs plumpe Stäbchen mit Neigung zu Kettenbildung (vergl. Fig. 18), die sich mit Jod nicht nach Art der sogenannten Granulose färben, welche weiters jede Sporenbildung vermissen lassen Die Zellen sterben nach etwa 3 Tagen (3 × 24 Stunden Aufenthalt in der Glocke) ab unter den gewöhnlichen Erscheinungen der nicht spezifischen Degeneration. Im jugendlichen Stadium verhalten sie sich, was Dicke und Länge betrifft, ganz wie die Zellen des unbeweglichen Buttersäurebacillus. Sie sind unbeweglich, es gelingt trotz aller Mühe nicht, Geifseln an ihnen nachzuweisen.

Die Versuche, den Rauschbrandbacillus aus dem Ausgangsmaterial zu isolieren, haben nach dem eben besprochenen zu einem merkwürdigen Resultat geführt. Wir sahen in dem Augenblick, da uns die Anpassung gelungen, gleichzeitig eine Veränderung der Bakterien eintreten, die durch Verlust des Versporungsvermögens, Verlust der Beweglichkeit erkennbar ist! Wir wollen diesen Zustand der Bacillen, der uns im folgenden noch eingehend beschäftigen wird, als »denaturiert« bezeichnen. Der Ausdruck ist nicht unanfechtbar. Denn bereits die damit verbundene Vorstellung, dafs wir, der Ascendenz der Generationen folgend, zu dem Zustande zurükkehren, den die Bakterien im Tierkörper besafsen, und diesen als »natürlichen« bezeichnen, setzt etwas voraus, was kaum zu beweisen ist.

Der Zustand, um den es sich handelt, deckt sich weder mit den Symptomen der Unbeweglichkeit, noch mit denen der Asporogenität. (Die Tatsache an sich, dafs bewegliche Bakterien unter Umständen unbeweglich werden können, ist bekanntlich nicht neu.) Aber wir wissen vorderhand keinen geeigneteren, Ausdruck, darum soll diese Bezeichnung bis auf weiteres beibehalten werden. Suchen wir einmal festzustellen, auf welche Einflüsse diese Denaturierung zurückzuführen ist? Zweifellos spielt der Zucker (assimilierbare Kohlehydrate) eine Rolle, insoferne, als zwischen der durch den Zuckerzusatz geförderten Üppigkeit der Ver-

mehrung und der Denaturierung ein gewisser Parallelismus nicht zu verkennen ist.

Benützt man bei der Isolierung des Rauschbrandbacillus statt Zuckeragar gewöhnlichen Agar, so ist das Plattenverfahren ebenfalls nur dann zuverlässig, wenn Muskel zugesetzt wird. Auch hier treten regelmäfsig in den primären Generationen kranke Formen auf, entweder mit oder ohne reichliche Granulose. Hier beobachten wir aber nicht selten bei Gegenwart von Muskeln in den Platten, dafs sich im Anschlufs an die Vegetationen, welche den Muskel durchsetzen, sehr zarte, unscharf abgegrenzte Oberflächenrasen entwickelt haben. Nicht selten zeigen mikroskopische Präparate von solchen Rasen verhältnismäfsig zarte Stäbchen, regelmäfsig gestaltet, mit ausgesprochener Tendenz zur Bildung von Doppelstäbchen, nicht selten fehlen Andeutungen von Granulose, sehr selten beobachtet man in 48 Stunden alten Rasen Sporenbildung. Bei Anwendung der Geifselfärbung lassen sich nicht selten Geifseln nachweisen. Diese auf Agaroberfläche zur Entwicklung gelangenden primären Rasen eignen sich sehr wenig zur weiteren Übertragung. Abimpfungen auf Agar, Gelatine bleiben oft steril. Diese zarten circumskripten Oberflächenrasen enthalten ebenso wie die tiefen Kolonien in der Umgebung der Muskeln durchwegs Vegetationen, welche unseren Nährböden schlecht angepafst sind.

In anderen Fällen, bei anderen Rassen, beziehungsweise anderen Zuständen des Rauschbrandbacillus wirkt aber gewöhnlicher Agar ebenso denaturierend wie Zuckeragar, besonders zeigt sich dies bei Rauschbrandrassen mit geringer Neigung zur Versporung. Man bekommt hier unter Umständen aus dem Originalmaterial beim ersten Versuche der Isolierung mittels Agarplatten bereits Kolonien vom Typus derjenigen des unbeweglichen Buttersäurebacillus. Verlust der Sporenbildung und Unbeweglichkeit charakterisieren diese Vegetationen.

Man wird aus dem bisher mitgeteilten bereits entnehmen, dafs wir die Rassenunterschiede der Rauschbrandbacillen so hoch bewerten, dafs wir es völlig vermeiden, eine allgemein gültige Generalbeschreibung der Kolonien, Formen etc. zu geben. Eine

solche Beschreibung ist bei einer Bakterienart von den Eigentümlichkeiten des Rauschbrandbacillus ausgeschlossen.

Im Laufe unserer bisherigen Beschreibung sahen wir, dafs unsere Absicht, aus Rauschbrandmaterial sporenbildende, lebhaft bewegliche Rauschbrandbazillen in üppiger Vegetation auf unseren festen Nährboden zu bekommen, mifsglückt ist. Entweder üppige Vermehrung, grofse saftige Kolonien, dabei aber wesentliche Alteration der Zellen (Verlust des Geifselschmuckes und der Sporenbildung), oder Beibehaltung kümmerlichen Wachstums und schlechte Anpassung an unsere Nährböden. Nun brauchen wir aber, wie später gezeigt wird, zur Erzielung von wirksamen toxinhaltigen Kulturfiltraten, abgesehen von einem geeigneten Nährboden unbedingt üppig sich vermehrende Vegetationen. Leider verlieren aber die früher besprochenen denaturierten Bacillen bei ihrer Anpassung sehr häufig die Fähigkeit, oder richtiger gesprochen, die Eigenschaft, hochwirksame Toxine zu bilden. Überdies legt uns der Verlust der Sporenbildung grofse Schwierigkeiten in den Weg, wenn wir Studien mit gleichartigem Material durchführen wollen.

Es bleibt nun kein anderer Ausweg, wir müssen noch einmal von vorne beginnen. Zunächst treffen wir nunmehr bereits unter unserer Sammlung von Rauschbrandmuskeln eine Auswahl. Es gibt unter den in der Natur verbreiteten Rauschbrandrassen solche, die bei mäfsiger Tendenz zur Versporung verhältnismäfsig grofse Anpassungsfähigkeit gegenüber unseren Nährböden zeigen und aufserdem mit diesen Eigenschaften eine auffallende Neigung zur Wahrung ihrer charakteristischen morphologischen und biologischen Eigenschaften (Beweglichkeit, Sporenbildung, Toxinbildung) verbinden.

Diese letztgenannte Eigentümlichkeit äufsert sich beispielsweise darin, dafs in dem Stadium, welches wir als denaturiert bezeichneten, häufig durch zweckentsprechende Behandlung der Kulturen ein Rückschlag herbeizuführen ist. Man kann durch Übertragen von solchen Zuckeragarkolonien auf geeigneten Nährboden Kulturen erzielen, die bei üppiger Vermehrung durchwegs wieder geifseltragende Individuen aufweisen. Es tritt unter

Umständen reichliche Sporulierung ein und die in passender Form konservierten Sporen entsprechen nun in jeder Hinsicht dem von uns gewünschten Material. Wir gehen wieder vom Stammmaterial aus, erzeugen Kolonien auf Zucker-Agarmuskelplatten, es finden sich etwa solche vom Typus der in Fig. 36 abgebildeten Gasblasen mit kräftiger Vegetation in dem Kondenswasser, welches den Randmeniskus der Blase erfüllt. Wir übertragen von einer solchen Kolonie auf Zuckeragarstich (Buchnerrohr). Das in 24 Stunden erfolgende kräftige Anwachsen auf muskelfreiem Nährboden beweist uns, dafs die Anpassung erreicht ist. Nun legen wir von der jungen Zuckeragarkultur drei Verdünnungen in Agar- (nicht Zuckeragarschalen) an. Die Gasbildung ist hier sehr mäfsig, hingegen bekommen wir Kolonien, und brechen diese an die Oberfläche durch (Fig. 33), so tritt sofort Rasenbildung auf. Entweder ein zarterer, sich rasch diffus ausbreitender Rasen, oder der Rasen nähert sich in Dicke und Undurchsichtigkeit den Koloniescheibchen (Fig. 34), er breitet sich aber in fingerförmigen Lappen oder in baumartigen Verzweigungen über die Agaroberfläche aus (Fig. 32).

Die mikroskopische Untersuchung ergibt das Vorhandensein von Geifseln. Dabei verraten die Stäbchen ihre Abstammung von denaturierten Generationen durch eine nicht unbeträchtliche Dicke. In den meisten Fällen läfst sich in solchen Oberflächenrasen von einer eingeleiteten oder gar vollendeten Versporung nichts wahrnehmen, auch die tiefen Kolonien lassen diese vermissen. Überträgt man jedoch vom Rasen auf sterilen Muskel, so erhält man sporulierende Generationen. Es gelingt nunmehr leicht, durch Pasteurisieren Sporenmaterial zu erhalten, welches vorzüglich geeignet ist, geifselreiche Stäbchen hervorzurufen. Ja, man kann sich nunmehr sogar erlauben, dem Agar etwas Zucker zuzusetzen, und so erhielten wir beispielsweise durch Übertragen von solchen Sporen auf (1‰ Dextrose) Agar (das Sporenmaterial wurde auf die Mitte der erstarrten Platte gebracht) in 24 Stunden (strengste Anaerobiose!) Rasen, welche Fig. 1 und 2 lieferten. Fig. 1 stellt ein Klatschpräparat dar, das mit wässerigem Gentianaviolett unter schwachem Erwärmen gefärbt

war. Die Formen der Stäbchen sind ausgezeichnet durch erhebliche Länge und Dicke (Anzeichen einer leichten Denaturierung, die aber in diesem Falle weder mit Verlust der Sporulationsfähigkeit[1]), noch mit einem solchen der Begeifselung verbunden war). Der Geifselreichtum ist im Gegenteil ein ganz aufserordentlicher. Bereits an dem Präparate (1), welches mit Gentianaviolett gefärbt war (ich verwende ausschliefslich Lösungen in reinem destillierten Wasser) treten die sogenannten Geifselzöpfe deutlich hervor. Die Stäbchen liegen einzeln oder zu zweit. Die Geifselfärbung nach v. Ermenghem (Originalmethode) gelingt spielend leicht, weil Plasma und Geifseln leicht beizbar sind, infolgedessen bereits vor dem Auftreten von Niederschlägen gefärbt werden. In der Fig. 2 lassen sich die Anfänge der Zopfbildung in Form von dickeren gewundenen Gebilden deutlich verfolgen. Sie entstehen offenbar wie die meisten Zöpfe durch Verfilzung der Härchen desselben Individuums. Ist einmal ein solches Zöpfchen gebildet, dann bleiben an der grofsen Oberfläche reichlich ausgefallene oder abgerissene Härchen von anderen Individuen hängen und legen sich herum. So entstehen wohl die grofsen starren Zöpfe. Wir hatten wenigstens immer den Eindruck, dafs die Zopfbildung in ganz jungen Vegetationen fehlt. Dafs in älteren Kulturen verhältnismäfsig reichlich freie Zöpfe zu finden sind, hängt wohl damit zusammen, dafs hier die Zellen wenigstens häufig auch durch das reichliche Ausfallen der Härchen eine Alterserscheinung (der Kultur) erkennen lassen.

Es schwankt also beim Rauschbrandbacillus selbst in jungen Kulturen Reichtum der Geifseln in den weitesten Grenzen, von der Zopfbildung bis zum völligen Mangel von Geifseln. Figur 3 stellt eine 48 Stunden alte (Platten-)Kultur eines anderen Rauschbrandstammes dar.

Nun wollen wir den sterilen Rindermuskel, der uns bisher so gute Dienste geleistet, dazu verwenden, um die Versporung des Rauschbrandbacillus zu studieren. Eine blofs mäfsige Sporulation genügt uns nicht. Wir brauchen Bilder. Zu diesem Zwecke

---

1) Dies zeigt sich bei Übertragung auf Zuckeragarstich.

bedarf es reichlich sich vermehrender, prompt versporender Vegetationen. Wir müssen den Prozefs in seine Stadien zerlegen, damit wir typische Bilder bekommen, die uns zeigen, wie die Zustände aufeinanderfolgen Wir gehen wieder von unserem Reinmaterial aus, das Sporen enthält, die Vegetationen mit energischer Tendenz zur Versporung liefern. Wir impfen nach Passage über Muskel-Zuckeragar (bis zur Bildung distinkter Kolonien in der Umgebung von sterilen Muskeln) auf sterilen Rindermuskel (Eprouvette) weiter. Nach 48 Stunden wird pasteurisiert (bei 75° eine halbe Stunde). Von dem schlammigen Gerinnsel nehmen wir mit der Öse eine grofse Flocke, übertragen auf ein zweites Muskelröhrchen, lassen versporen, pasteurisieren wieder und übertragen nun in gleicher Weise auf 5 Parallel-Muskelröhrchen, die wir (Buchnerrohr) in den Brutschrank stellen. Das nach 12 Stunden geöffnete Röhrchen I zeigt reichliche Entwicklung von Stäbchen Die Stäbchen sind schlank, etwas dicker als die in Fig. 66 abgebildeten. (Anzeichen für fehlende Denaturierung.) 8 Stunden später ist (Röhrchen II) das Bild gänzlich verändert (Fig. 4). Die meisten Stäbchen sind aufs doppelte verdickt, die Enden abgerundet. Sie färben sich gut mit Gentianaviolett. (Das Präparat wurde von dem rasch zentrifugierten Muskelprefssaft aus dem Bodensatz angefertigt, indem eine kleine Menge der schmierigen Masse, die sofort eintrocknete, verstrichen wurde.) Differenzieren wir vorsichtig mit Alkohol, so zeigen die dickeren Stäbchen in der Regel an einem Ende ein grofses, ovales dunkelgefärbtes Gebilde (Stadium der Sporenanlage). Daneben enthalten sie häufig in der Mitte oder am anderen Ende kleine, blässer gefärbte Gebilde. Die regelmäfsige Form der erstgenannten plasmatischen Körper läfst keine Mifsdeutung zu. Man erkennt sie auch im hängenden Tropfen an der stärkeren Lichtbrechung in Form und Lage. Ob die übrigen Körnchen, Scheibchen in dem Präparate ihre natürliche Form und Lagerung beibehielten, oder ob sie beim allerdings sehr rasch erfolgenden Eintrocknen des Bakterienschlammes, beim vorsichtigen Fixieren oder Färben ihre Form und Lagerung verändert haben, oder überhaupt erst hierbei als abgegrenzte Gebilde entstanden sind, läfst sich kaum

kontrollieren. Bemerkenswert ist jedenfalls, dafs bei vorgeschrittener Entwicklung der Sporenanlage in jedem Stäbchen je eine Sporenanlage vorhanden ist. Verhältnismäfsig spärlich sind dünne nicht sporulierende Stäbchen vorhanden, zum Teil mit gleichmäfsigem Plasma, zum Teil differenziert. 8 Stunden später (Röhrchen III) ist die Sporulation in den meisten Zellen bereits beendet. (Das Präparat ist mit Gentianaviolett gefärbt, nicht mit Alkohol differenziert.) Die Sporen springen (Fig. 6) als lebhaft glänzende, eirunde Gebilde vor, sie sind durch beträchtliche Gröfse ausgezeichnet und nehmen den gröfsten Teil der Zelle ein. Man beachte die abnorm langen Exemplare, die in der Mitte eine leichte Einschnürung zeigen. Hier handelt es sich wohl um ausnahmsweise in einem Doppelstäbchen ablaufende Sporulierung, die bei ausbleibender Trennung der Zelle dazu führt, dafs die beiden Sporen mit den benachbarten Polen zusammenstofsen.

Auffallend ist, dafs trotz Vorhandensein der reifen Spore das restierende Plasma gut färbbar ist. (Treffliche Rasse, gute Ernährung.)

Der Sporenhof ist bei dieser Einstellung (zu hoch) nicht zu sehen; um ihn sichtbar zu machen, mufsten wir den Tubus um 0,5 μ dem Präparate nähern (Fig. 5). Die nicht sporulierenden Zellen sind sehr ungleich grofs und zeigen Kügelchen. Entweder waren diese Plasmaballen von Haus aus vorhanden, oder sie sind (durch Plasmolyse etc.) beim Eintrocknen entstanden.

In beiden Fällen deuten sie auf Minderwertigkeit des Plasmas.

Es wurde früher erwähnt, dafs bei den primären Kulturen des Rauschbrandbacillus in Zuckeragar fast regelmäfsig unter charakteristischen Formveränderungen in den Zellen Granulose auftritt. Findet sich nun auch diese Substanz bei der soeben geschilderten prompten Versporung kräftiger Rassen auf Muskel? Färbt man in dem Stadium, welches Fig. 4 darstellt, mit Jod, so bleibt die Sporenanlage ungefärbt, der übrige Zellinhalt, der mit Gentianaviolett nur mäfsig zu färben ist, nimmt eine braunviolette Farbe an. Im Stadium der reifen Spore verschwinden

die mit Jod blaufärbbaren Substanzen. Diese Zellen nehmen keine charakteristische Jodfärbung mehr an. Es tritt also während der Versporung vorübergehend eine mit Jod dunkelfärbbare Substanz auf. In manchen Fällen ist es uns bei derartigen Kulturen nicht gelungen, Granulose auftreten zu sehen, sei es, dafs sie fehlte, oder, dafs das Stadium übersehen wurde. Der hier angegebene Modus der Versporung kann nun keineswegs als typisch für die Versporung des Rauschbrandbacillus hingestellt werden.

Er stellt nur eine der zahlreichen Versporungsarten vor, eine Versporungsart, die sich nur bei sehr sporenfesten Rassen durch Überimpfung auf sterilen Rindermuskel in der abgebildeten Reichhaltigkeit erzeugen läfst. Im Tierkörper wird man verhältnismäfsig selten derartige sporentragende Zellen, wie sie hier in der Überzahl vorhanden sind, antreffen. Dieser Versporungsmodus ist charakterisiert durch endständige Sporenanlage, durch geringfügige mehr gleichmäfsige Verdickung der Zellen im Stadium der vorgeschrittenen Ausbildung der Sporenanlage, durch fehlendes oder vorübergehendes Auftreten von Substanzen, die mit Jod dunkel gefärbt werden. Die reifen Sporen sind meist grofs, länglich, sie liegen, solange die Mutterzelle noch erhalten ist, häufig mittelständig.

Wenden wir uns nunmehr zu einem genaueren Studium der Verhältnisse, unter welchen Granulose zum Vorschein kommt. Zeigte uns Fig. 9 die eigentümliche Art des Auftretens der Granulose bei Übertragung der Rauschbrandbacillen vom Tier auf unsere festen Nährböden, so finden wir in Fig. 8 das Beispiel einer überaus reichlichen Granuloseentwicklung, wie sie nicht selten auftritt bei Versuchen, einen aus dem Tiere stammenden Rauschbrandstamm den flüssigen Nährböden anzupassen. Das betreffende, hochvirulente Sporen in Reinkultur enthaltende Material war nach Anreicherung auf sterilem Muskel mit nachfolgender Pasteurisierung auf Zuckerbouillon, die mit Kreide versetzt war, übertragen worden. Es entwickelte sich hier lebhafte, aber kurz andauernde Gärung, 24 Stunden nach der Aus-

saat wurde eine Probe entnommen. Der hängende Tropfen sowie das gefärbte Präparat zeigen in grofser Menge pleomorphe Zellen. In dem mit Jod gefärbten Präparat finden sich neben ganz zarten, lichtgelb gefärbten Stäbchen (diese werden durch Gentianaviolett intensiv gefärbt) spärlich tonnenförmige, überwiegend spindelförmige Zellen, meist mit spitz auslaufenden Enden. Diese Zellen sind in den mittleren Partien intensiv schwarzviolett gefärbt.

In vielen derartigen Zellen zeigen sich nicht einmal Andeutungen von Versporung, während solche im Präparate, das Fig. 9 darstellt, zu finden sind. Nur bei sehr sorgfältiger Durchmusterung beziehungsweise durch den Erhitzungsversuch lassen sich solche feststellen. Die dünnen Enden der Spindeln, die dünnen Stäbchen (man vergleiche Fig. 66) verraten in diesem Falle, dafs die Individuen in ihrem Zustand demjenigen nahestehen, welcher im Tierkörper bestanden hat. Zeigen derart die morphologischen Verhältnisse die schlecht geratene Anpassung an die Zuckerbouillon, so offenbarte sich dieser Zustand dadurch, dafs jeder Versuch, die Vegetationen aus der gärenden Flüssigkeit auf Agar oder Zuckeragar zu übertragen, fehlschlug. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dafs auch die aeroben Kontrollen steril blieben. In anderen derartigen Fällen finden sich neben den genannten Gebilden Clostridien, die wohlausgebildete Sporen enthalten. Die Spore bleibt hier bei der Reife häufig endständig, der übrige Teil der Zelle wird bei Anwendung der Jodfärbung intensiv braunviolett. Wir können nun, wie gleich später auseinandergesetzt wird, die Züchtungsbedingungen so leiten, dafs wir Sporen erzielen, welche regelmäfsig auf geeignetem Nährboden Generationen mit ganz ausgesprochener Neigung zu jener Art der Versporung besitzen, die wir bereits beim Amylobakter kennen lernten. Wir wollen sie als Clostridienversporung bezeichnen. Der ganze Formenreichtum dieser Versporungsart läfst sich in allen seinen Variationen studieren, wenn wir von einem solchen Sporenmaterial ausgehen. Dieses Sporenmaterial, wir wollen es im folgenden, der leichteren Verständigung halber, mit Di bezeichnen, ist biologisch dadurch ausgezeichnet, dafs die aus ihm auskeimenden Stäbchen sowie die folgenden Gene-

rationen den milchsauren Kalk energisch vergären. Die Filtrate von solchen Kulturen enthalten in reichlicher Menge wirksame Rauschbrandtoxine. Es soll später mitgeteilt werden, auf welchem Wege wir zu derartigen Sporen gelangen. Einstweilen wollen wir seine Eigentümlichkeiten studieren. Übertragen wir eine Spur von diesem Sporenmaterial auf Zuckerbouillon, so tritt rasch Auskeimung und Vermehrung ein. Bereits in 16 Stunden zeigt sich durch massenhaftes Aufsteigen von Gasblasen, durch Trübung die Bildung einer Bakterienvegetation. Prüfen wir im hängenden Tropfen, so finden wir meist unbewegliche Stäbchen, die bei genauer Betrachtung eine sonderbare Struktur des Plasmas erkennen lassen. Der Zellinhalt des einzelnen Stäbchens erscheint verschieden lichtbrechend. Färbt man ein solches Präparat mit Gentianaviolett, so erscheinen die Stäbchen fleckig, es finden sich im dunkel gefärbten Plasma oft regelmäfsig verteilt, teils distinkte rundliche Hohlräume, teils konfluierende unregelmäfsig begrenzte blasse Partien. Über die Art der Veränderung klärt sofort die Jodfärbung auf (vide Fig. 7). Im weiteren Verlauf der Entwicklung (48 Stunden) zerfällt ein grofser Teil dieser Zellen, während immer wieder Stäbchen vom geschilderten Charakter neben solchen mit gleichmäfsig hellem Plasma entstehen. Die Vegetation kommt in der Regel ohne oder mit geringer Sporenbildung zum Abschlufs. Überaus charakteristisch ist nun das Aussehen der Vegetation, wenn der Zuckerbouillon von vorneherein Kreide zugesetzt war. Hier verläuft die Gärung noch stürmischer, es bildet sich bald eine Zooglöa, welche die Kreideteilchen zu einer grobflockigen Masse verbindet. Streicht man etwas von dieser Zooglöa auf ein Deckglas auf, färbt mit Jod und bringt das Präparat unter das Mikroskop, so ergibt sich ein Bild, wie es Fig. 10 aufweist. Neben solchen Stäbchen, die sich mit Jod nicht färben, finden sich reichlich Clostridien. Zum Unterschiede von Fig. 9 lassen aber diese Gebilde an einem Ende Sporenanlage beziehungsweise reife Spore erkennen. Färbt man mit Gentiana, so werden die Clostridien teils reziprok gefärbt, insofern die bei Jodfärbung ungefärbt erscheinende Partie hier als endständiger dunkler Körper hervortritt, während der übrige Zell-

inhalt blafsviolett erscheint. Clostridien, die hingegen eine reife Spore enthalten, lassen diese als helles, stark lichtbrechendes Gebilde (bei hoher Einstellung) sich scharf abheben. Unter Auftreten einer körnigen Zeichnung zerfallen die Clostridien, die sehr verschieden — oft erheblich — grofsen Sporen werden frei.

Hier ist also die Vegetation von vorneherein von einem das Gesamtbild beherrschenden äufserst charakteristischen Prozefs begleitet, bei welchem ein grofser Teil der überaus reichlich sich vermehrenden Zellen in Versporung einlenkt. In einer mehr minder grofsen Zahl von solchen Clostridien führt aber der Vorgang unter Ausbleiben oder Verkümmerung einer Sporenanlage[1]) zur Bildung steriler Zellen, wie sie sich in Fig. 9 so reichlich vorfinden.

Rasch eintretende, abnorm verlaufende, mit überaus stürmischer Zellteilung parallel gehende Versporung, die durch Anschwellung der Zellen und massenhaftes Auftreten von Granulose in den versporenden Zellen ausgezeichnet ist, charakterisiert also diese Vegetationen. Überdies weist aber die Bildung der schleimig kohärenten Zooglöa auf eine besondere Beschaffenheit der Zellmembran hin.

Noch typischer wird das Bild, wenn wir dieses Sporenmaterial Di auf Maltosegelatine übertragen. Hier (Fig. 11) 3 Tage alte Kultur (22° Celsius) besteht die Vegetation (zum gröfsten Teil) aus sehr kompakten zusammenhängenden Massen, die intensiv mit Jod färbbare Clostridien enthalten. Diese lassen eine grofse Sporenanlage erkennen. Als neue Erscheinung treten überdies lange Scheinfäden auf. Diese sind zum Teil gleichmäfsig dick, zum Teil durch stellenweise auftretende Anschwellungen gekennzeichnet, die ebenso wie die nicht selten zur Beobachtung kommenden Ketten von Clostridien auf einen abnormen Ablauf der Zellteilung hinweisen, der zur mangelhaften Abtrennung der Individuen führt. Besonders deutlich tritt hier vor dem Zerfall

1) Bei Färbung mit Gentianaviolett enthalten solche Clostridien nur einen winzigen gefärbten Fleck an einer Stelle, oder sie zeigen keinerlei Differenzierung, sie sind gleichmäfsig blafsviolett (vide Bild 68).

die körnige Lagerung des mit Jod dunkel färbbaren Zellinhalts hervor.

Wer die Fig. 10 und 11 mit den Photogrammen der Amylobakter-Clostridien vergleicht, wie wir sie in unserer Arbeit (Archiv für Hygiene Bd. 42) brachten, der wird die weitgehende Ähnlichkeit der Bilder nicht verkennen. Diese Ähnlichkeit in der Form der Zellen und besonders in der Intensität der Färbung liefs uns vermuten, dafs auch beim Rauschbrandbacillus unter Umständen eine Clostridienversporung sich entwickeln könne, bei welcher die Granulose sich in die Sporenanlage verirrt. Der Rauschbrandbacillus hat uns nicht im Stiche gelassen! Wer fleifsig derartige, Clostridien enthaltende Präparate durchmustert, der wird gewifs hier und da auf ein derartiges Gebilde stofsen, aber hiermit ist für den Mikrophotographen wenig erreicht. Vielleicht liegt die betreffende Zelle im Präparat derart, dafs die Lagerung der Granulose innerhalb der Spore nur bei Durchmusterung verschiedener Einstellungshöhen zu erkennen ist. Vielleicht findet sich im ganzen Präparat nur ein Gesichtsfeld, das mehr als eine solche Zelle enthält. Hier bleibt nichts übrig, als zu versuchen, die Züchtungsbedingungen so zu verändern, dafs die Abnormität zahlreichere Zellen befällt.

Es wurde bereits früher angegeben, dafs unser Material »Di« in Ca-Laktatbouillon (0,5%) übertragen, zur Entwicklung einer lebhaft sich vermehrenden Vegetation führt.

Mikroskopiert man eine solche gärende Bouillonkultur des Rauschbrandbacillus, so finden sich in dieser reichlich gleichmäfsig dicke, gewöhnlich verhältnismäfsig kurze Doppelstäbchen, welche intensiv mit Gentianaviolett färbbar sind, wobei das Plasma homogen erscheint. Mit Jod gefärbt, zeigt das Präparat blafsgelbe Stäbchen. Diese verhalten sich demnach derart wie alle auf Jod nicht spezifisch reagierenden Bakterien. Die Formen der Stäbchen schwanken in Dimensionen, wie sie etwa Fig. 14 und 15 darstellen. Sehr auffallend ist es nun, dafs hier die Versporung oft völlig ausbleibt, oder so selten auftritt, dafs sie nur biologisch (Erhitzungsversuch) nachzuweisen ist. Und doch besitzen diese Vegetationen in hohem Mafse das Vermögen, zu

versporen. Wir brauchen nur in die gärende Flüssigkeit einige Tropfen der sterilen Lösung einer Substanz einfliefsen zu lassen, die bei vielen Bakteriologen in dem schlechten Ruf steht, die Versporung der Anaeroben zu verhindern oder herabzusetzen. Dieser schlechte Ruf des Zuckers (gleichgültig ob Dextrose, Saccharose, Maltose) ist in der Tat zum Teil begründet. Aber jedenfalls ist der Satz: Der Zucker ist der Versporung der Anaeroben schädlich, in seiner allgemeinen Fassung unrichtig. Was geschieht also, wenn wir in eine solche lebhaft gärende Ca-Laktat-Bouillon, die keine Sporen enthält, einige Tropfen einer 25proz. wässerigen sterilen Lösung von Dextrose (Maltose, Dextrin etc.) einfliefsen lassen? 2 Stunden später treten Granulose tragende Stäbchen auf. Nach 5 Stunden ist bereits eine Zoogloëa entwickelt, in der sich reichlich Clostridien finden, auch solche mit reifen Sporen und nach 8 Stunden bereits freie Sporen. Hier trifft man nun nicht selten im Jodpräparate in der Sporenanlage ein Granulosekorn. Zugegeben, dafs unter der grofsen Menge von Sporen auch viele mifslungene sind, jedenfalls hat der Zucker hier reichliche Versporung ermöglicht resp. begünstigt. Der Zuckerzusatz erwies sich hier für die Versporung sehr nützlich.

Am reichlichsten erhält man Sporen mit Granulosekorn, wenn wir unser Material Di in Bouillon impfen, die neben Kreide, Zucker oder lösliche Stärke und milchsauren Kalk enthält. Fig. 12 zeigt, allerdings in einer der Stärke der Vergröfserung (2000) entsprechenden Unschärfe solche Clostridien. Fig. 13 (Vergr. = 2000) enthält unter 7 freien Sporen 2, die im Inneren ein Granulosekorn besitzen. Die Form und Gröfse des Kornes kann in beiden Fällen durch die bei der Präparation erfolgende Eintrocknung des Präparates gegenüber dem lebenden Zustande verändert sein, es mufs ferner bemerkt werden, dafs sich nicht entscheiden läfst, ob ein Granulosekorn als solches vorliegt oder ob es sich um einen mit Granulose »infiltrierten« Plasma-Anteil handelt. Beides ändert nichts an der Sache. Jedenfalls ist das Auftreten von Granulose in der Sporenanlage bezw. in der Spore an sich ein wichtiges Symptom eines abnormen Ablaufes der Sporulierung.

Das in den vorher geschilderten Versuchen angewandte Sporenmaterial Di, welches in so bequemer Weise zum Studium des ganzen Formenreichtums der mit Granulose beladenen Zellen dient, eignet sich nun weiter vorzüglich zum Studium einer besonderen Art der Versporung, die wir unter verschiedenen Verhältnissen beim Rauschbrandbacillus beobachten können, die aber nirgends so typisch zur Entwicklung kommt als bei folgender Versuchsanordnung. Verwendet man Bouillon, die 2% Ca-Laktat enthält, so finden wir häufig in 24 Stunden alten Kulturen, besonders dann, wenn die Vegetationen sich stürmisch vermehren, Bilder vom Aussehen des in Fig. 19 dargestellten Typus (Zentrifugensatz). Auffallend an diesen Vegetationen ist die grofse Neigung zur Bildung von Ketten, die aus sehr kurzen, oft nahezu isodiametrischen Gliedern bestehen, die wie die Glieder der Ketten des Milzbrandbacillus nicht selten an den zusammenstofsenden Enden scharf abgestutzt erscheinen. In manchen dieser Glieder finden sich Sporen entwickelt. Häufiger aber kommt es bei der Entwicklung der Spore zur Trennung der Kontinuität. Die sporulierenden Stäbchen stellen kurze Stäbchen vor, in deren einem Ende bei fast fehlender Auftreibung der Mutterzelle die rundliche Spore liegt. Dabei ist das Plasma der Mutterzelle auch im Stadium der bereits reifen Sporen noch gut färbbar. Besonders häufig fehlt die Ausbildung eines Sporenhofes. Auffallend häufig sieht man hier in den Gliedern der Ketten endständig gelagerte scheibchenförmige Gebilde (gefärbtes Präparat), nicht selten solche, die sich in der Aufsicht als schmales quer gestelltes Band scheinbar zwischen zwei aneinanderstofsende Zellen einschieben.[1]) In anderen isodiametrischen Zellen zeigt die endständige Spore (Sporenanlage?) zentral ein mit Gentianaviolett dunkel gefärbtes Kügelchen. Ausnahmsweise findet man freie Sporen, die zentral ein winziges mit Gentianaviolett färbbares Korn enthalten. Bei diesen Gebilden handelt es sich vielleicht zum Teil um erst bei der Präparation

1) Dafs unter Umständen solche »Zwischenscheibchen« auch Granulose enthalten können, zeigt Fig. 11 unserer Photogramme aus der Arbeit über den beweglichen Butterbacillus.

entstandene Plasmaverschiebungen. Nachdem sie aber bei den übrigen Zellen nicht eingetreten sind, mufs ihr Entstehen als Symptom einer abweichenden Beschaffenheit des Plasmas angesehen werden. Das hier geschilderte, übrigens nicht regelmäfsige Vorkommen von Ketten, in solchen 2% CaLaktat enthaltender Bouillon ist nur eine vorübergehende Erscheinung. 24 Stunden später zeigen sich gewöhnlich wieder überwiegend Doppelstäbchen. Die Zahl der sporulierenden Zellen nimmt oft im weiteren Verlaufe der Vegetation nicht zu. Endständige Sporen in kurzen Stäbchen, ohne Auftreibung, ohne Granulose charakterisieren den genannten Versporungsmodus unseres Buttersäurebacillus.

Unser Reinmaterial »Di« ist in seinen interessanten Eigenschaften noch lange nicht erschöpft.

Wir kehren zurück zur Schilderung jener Vegetationen, die sich entwickeln, wenn wir in 2proz. Dextrosebouillon, die mit Kreide versetzt ist, unser Sporenmaterial »Di« impfen. Das Auftreten der clostridienreichen Vegetationen, der Zooglöa, wie wir sie am schönsten zwischen 24 und 48 Stunden entwickelt sehen, stellt keineswegs den Abschlufs der Vegetation dar, sondern vielmehr den Beginn derselben. Nachdem die anfangs sehr stürmische Gärung sich vermindert hat, beobachtet man, vorausgesetzt, dafs die Anaerobiose dauernd eingehalten wird, dafs die Kreide-Bakterienflocken am 3. bis 4. Tage zu zerfallen beginnen, sie werden beim Schütteln der Kultur in feinere Klümpchen zerteilt. Bei mikroskopischer Untersuchung sieht man, dafs der gröfste Teil der Clostridien sich verändert hat. Nach einem kurz dauernden Stadium, in welchem unter Abnahme der Jodfärbbarkeit die Clostridiengranulose in Körnchen aufgelöst wird, schwindet das schöne Bild, die Clostridien zerfallen, es werden Sporen und gequollene Sporenanlagen frei. Neben Detritus und diesen Sporen sowie spärlichen noch erhaltenen sterilen Clostridien zeigen sich reichlich kugelförmige (mit Gentianaviolett blafs gefärbte) Zellschatten, überdies aber teils schlanke, teils dickere Stäbchen, kurze Scheinfäden, oft stellenweise kolbig verdickt und besonders häufig kurze gekrümmte

Formen, etwa von der Art, wie sie auf Fig. 16 rechts am Rande zu sehen sind. Alle diese Gebilde werden mit Jod in der Regel nicht oder nur gelb gefärbt, sie lassen sich mit Gentianaviolett teils schlecht, teils im Gegensatz hierzu sehr intensiv färben. Am 5. oder 6. Tage (manchmal noch früher) fängt die Gärung an, sich neuerdings zu verstärken, was an dem reichlichen Aufsteigen von Schaum zu erkennen ist. Dieser Schaum ist häufig zum Unterschiede von dem der primären Gärperiode feinblasig. Mikroskopiert man nunmehr die Kolben, so zeigen die Präparate fast regelmäfsig reichliches Vorhandensein von Scheinfäden. Fig. 20 zeigt ein Präparat von einem solchen 3 Wochen alten Gärkolben. Das Präparat wurde erhalten durch scharfes Zentrifugieren einer geringen Menge der gärenden Flüssigkeit.

Der abzentrifugierte Bodensatz zeigt über der Kreideschicht eine schmale Zone einer bräunlichen schmierigen Substanz. Fertigt man von dieser Masse Präparate an, so vermeidet man leicht das störende Vorhandensein von allzuvielen Kreidepartikelchen. Färbt man das fixierte Präparat mit Jod, so zeigt sich, dafs die langen Scheinfäden streckenweise Granulose eingelagert enthalten. Daneben finden sich dickere, kürzere mit Jod nicht färbbare Scheinfäden in spärlicher Menge Ketten von mehr isodiametrischen Zellen, in Form und Gröfse den früher geschilderten Ketten (Fig. 19) vergleichbar; aber zum Unterschiede von diesen mit Jod dunkelbraun färbbar. Wir werden später mitteilen, in welch eigentümlichen Verhältnis diese Generationen zur Toxinbildung stehen. Einstweilen soll nur angedeutet werden, dafs ein unverkennbarer Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser ganz abnormen, aber üppig vegetierenden Zellen mit einem geänderten Chemismus besteht, dessen Eigentümlichkeit durch Vergärung der Milchsäure gekennzeichnet ist. (Toxinbildung fällt hier mit einem durch Auftreten von abnormen Zellen angedeuteten, vielfach mifslingenden Versuch der Anpassung an eine neue Lebensweise zusammen!) Nun zu den Fig. 21 und 22, welche mit der eben besprochenen Fig. 20 eine ausgesprochene Ähnlichkeit aufweisen.

Bei der Beschreibung der Fig. 20 lernten wir einen Rauschbrandstamm bezw. ein von diesem abgeleitetes Sporenreinmaterial

kennen, das bei der Fähigkeit, an unsere Nährböden sich anzupassen, in Kreidezuckerbouillon unter Bildung einer Clostridienzooglöa anwächst. Ein Teil der Vegetationen in solchen Gärkolben lenkt in Versporung ein, ein anderer Teil der Nachkommenschaft vermehrt sich unter Auftreten einer kräftigen Nachgärung wochenlang fort. Diese sekundäre Vermehrung erfolgt zwar üppig, aber wie bereits bemerkt, unter den Anzeichen einer schweren Degeneration. Diese verrät sich nicht selten dadurch, dafs in den Spätgenerationen nach der Periode des Auftretens von granulosefreien Scheinfäden, zum Schlusse ein Rückschlag eintritt, in dem Sinne, dafs neuerdings wieder fleckig oder streifenförmig Granulose in den Scheinfäden auftritt. Die eben erwähnte Nachgärung (in der Regel, aber nicht immer mit reichlicher Toxinbildung verbunden) führt in anderen Fällen zu den Fig. 23, 22 oder 21. Besonders häufig konnten wir dies feststellen bei Verwendung eines Sporenreinmaterials, das von dem hochvirulenten Rauschbrand A stammte.

So oft wir von dem Originalmuskel ausgingen, zeigte sich in den primären Muskel-Zuckeragarplatten sehr reichliche Gasbildung in der Umgebung der Hilfsmuskeln.

Die primären Generationen konnten durch einmaliges Weiterimpfen auf Muskelagar leicht dem Zuckeragar angepafst werden. Wurde dann auf Muskel rückgeimpft, so trat regelmäfsig Versporung ein; regelmäfsig fielen die Stäbchen durch besondere Dicke auf. Trotzdem waren diese dicken Stäbchen nicht als denaturierte aufzufassen. Fig. 1 und 2 beweisen, dafs unter Umständen bei Gegenwart von Zucker dicke Formen entstehen, die aber, was den Reichtum der Geifseln betrifft, nichts zu wünschen übrig lassen. Diese Präparate stammen ja (siehe oben) von einer 24 Stunden alten Zuckeragaroberflächen-Strichplatte. Die Bildung eines zwar durchscheinenden, aber verhältnismäfsig dicken Rasens (bei wenig denaturierten Stämmen sind die oberflächlichen Rasen schleierartig dünn), die Dicke der Stäbchen und die immerhin nachweisbare Abnahme der Neigung zur Versporung können als Anzeichen einer beginnenden Denaturierung

angesehen werden. Aber der in der Regel mit diesen Erscheinungen parallel gehende Verlust der Geifseln hat hier mit den übrigen Erscheinungen nicht Schritt gehalten. Es wäre also dieser Zustand als ein Beispiel dafür anzusehen, dafs unter Umständen die Veränderung der einzelnen Eigenschaften, welche zur Denaturierung führen, in den einzelnen Komponenten des Gesamtzustandes ungleichartig erfolgt. Das sekundäre Sporenmaterial, das von diesen Kulturen durch Übertragung auf Muskelzuckerbouillon erhalten wurde, zeigt bei der Übertragung in Zuckerbouillon (Kreide) ein in manchem von den Parallelkulturen des Sporen-Reinmateriales Di abweichendes Verhalten.

Die stürmisch einsetzende Gärung, das (oft ausbleibende) folgende Ruhestadium sowie die Nachgärung kommen auch hier zur Beobachtung. Ebenso tritt auch hier in der Nachgärung Toxin auf. Aber die morpholog. Bilder sind andere. Es treten im primären Stadium keine oder fast keine Clostridien auf, sondern überwiegend grofse, plumpe Stäbchen und kurze Ketten. Im Beginn der Nachgärung zeigt der Inhalt des Kolbens die Fig. 23 (Gentiana). Am Schlusse besteht die ganze Vegetation, soweit sie noch lebensfähig ist, aus langen, intensiv mit Gentianaviolett färbbaren Scheinfäden. Dies ist die Regel bei derartigen Kolben, doch finden sich gelegentlich auch solche, bei denen im Stadium der Spätgärung reichlich Granulose auftritt und zwar in einer sehr charakteristischen Verteilung (Fig. 21, Jodfärbung). Wir sehen Scheinfäden und Ketten, welche streckenweise mit Jod dunkelgelb gefärbt sind, zum Teil Ketten mit kugelförmig geschwollenen, reichlich mit Granulose beladenen Gliedern.

Zur Sporenbildung kommt es nur ganz selten. Es treten dann z. B. in einzelnen der kugelförmigen Zellen Sporen auf. Diese am Schlusse der Nachgärung unter den sonderbarsten Verzerrungen der Zellformen, trotz aller Hindernisse zustande kommenden Sporen[1]) stammen von guten Vorfahren, aber sie sind

1) In manchen Fällen treten demnach in derselben Kultur zu Beginn und beim Abschlufs der Vegetation versporende Zellen auf.

anders geartet als die unter gewöhnlichen Verhältnissen entstehenden Sporen.[1]) Sie sind erblich beteilt mit einer besonderen Neigung zur Bildung von Clostridien. Dies tritt dadurch hervor, dafs mit derartigem Sporenmaterial jederzeit durch Übertragung auf Kreidezuckerbouillon Clostridiengenerationen erzielt werden können. So stammt nun auch unser oft verwendetes Material Di aus einer solchen sporulierenden Spätgeneration, welche bei der Nachgärung eines Kolbens aufgetreten war, der mit partiell denaturierten Bacillen eines Rauschbrandstammes (D) geimpft worden war.

Haben wir nun die Bedingungen kennen gelernt, die das Auftreten der Granulose begünstigen, so müssen wir daran gehen, zu untersuchen, welche biologische Bedeutung diesen eigentümlichen Substanzen zukommt, die mit dem Sammelnamen »Granulose« bezeichnet werden. Wir haben bereits bei der Besprechung des Amylobakter diese Frage gestreift, aber unsere Erfahrungen waren damals zu gering, als dafs wir eine zusammenfassende Anschauung hätten entwickeln können. Ein Blick auf die bisher beschriebenen Bilder überzeugt uns, dafs das Auftreten von Substanzen, welche durch Jod dunkel gefärbt werden, mit der Versporung in Zusammenhang steht. Weiters läfst sich nicht verkennen, dafs die Gegenwart von Zucker im Nährboden eine wichtige Rolle spielt.

Man könnte nun leicht zu dem Schlusse verleitet werden, dafs jedesmal, wenn unsere Bakterien bei Gegenwart von Zucker versporen, Granulose beziehungsweise Clostridien auftreten. Gegen die Richtigkeit dieser einfachen Formulierung sprechen aber eine Reihe von Tatsachen. Wir verweisen einmal auf Fig. 7 (Sporenmaterial Di in Zuckerbouillon übertragen). Hier enthalten die Zellen reichliche Mengen von Granulose, trotzdem fehlen Anzeichen einer zum Ziele führenden Versporung. Es bildet sich keine Sporenanlage, keine Scheidung des Zellinhaltes in zwei reinlich getrennte Anteile, die sich gegenüber Jod und

1) Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dafs die Erscheinung nicht einmal beobachtet wurde, sondern durch wiederholte, unter allen Kautelen angestellte Versuche sichergestellt ist.

Gentianaviolett reziprok verhalten. Die Granulose ist meist in Form von Körnchen über die Zelle verteilt. Immerhin müssen wir uns daran erinnern, dafs diese Vegetation aus Sporen entstanden ist, dafs diesen Stäbchen eine gewisse Neigung zur Versporung zukommt. Und wenn wir mit dieser Tatsache die Beobachtung in Verbindung bringen, dafs asporogene Rassen des Rauschbrandbacillus in Zuckerbouillon (auch bei Zusatz von Kreide) keine Granulose bilden, so werden wir die Beziehungen von Versporung und Auftreten von Granulose richtiger ausdrücken, wenn wir annehmen, dafs Vegetationen mit Neigung zur Versporung in zuckerhaltigen Nährböden dieser Stoffwechselanomalie anheimfallen. Aber eine leicht anzustellende Beobachtung wird uns sofort darüber Aufschlufs geben, dafs auch diese Formulierung nicht geeignet erscheint, die tatsächlichen Verhältnisse richtig zu charakterisieren.

Wir gehen von einem hoch sporogenen Stamm aus, der durch geeignete Züchtung soweit gebracht ist (siehe Fig. 5 und 6), dafs Übertragungen auf Muskel von einer sicher und rasch eintretenden Sporulierung gefolgt sind. Übertragen wir nun von einer solchen Kultur dann, wenn die Sporen frei geworden sind, auf Muskel, der mit steriler Zuckerlösung getränkt wurde, so finden wir häufig, dafs trotz Beibehaltung der Sporulierung, trotz Gegenwart von Zucker, die Bildung überschüssiger Granulose ausbleibt. Granulose tritt vielleicht vorübergehend im Stadium der Sporenanlage auf, sowie aber die Sporen durch ihr refraktäres Verhalten gegenüber der Färbung mit Gentianaviolett ihr Reifestadium zu erkennen geben, finden wir in den Präparaten, die mit Jod gefärbt wurden, keine Granulose. Fig. 28 zeigt ein mit Gentianaviolett gefärbtes Präparat einer solchen Kultur. Das Bild unterscheidet sich nicht wesentlich von einem solchen aus einer Kultur, die auf Muskel ohne Zucker angelegt war. Nur erscheint das restierende Plasma der Zellen verhältnismäfsig schwach gefärbt. (Späteres Stadium oder geringerer Plasmaüberschufs?)

In einem anderen Fall konnten wir Bilder erhalten, die eine Art Vermittlung herstellen zwischen Fig. 6 und Fig. 11. Auch

hier handelte es sich um einen kräftig sporulierenden Stamm, der auf Zuckerbouillon, die mit Muskel versetzt war, zur Versporung gebracht wurde. Der granulosetragende Zellinhalt nimmt hier nur einen bescheidenen Raum ein (Fig. 29). Er findet sich im starken Gegensatz zur typischen Clostridienversporung (11 und 12) nicht nur an einem Ende der Zelle, sondern häufig an beiden. Der Sporenhof ist hier besonders deutlich. Die diffuse Färbung der Granulose führenden Partien, der Mangel einer Körnchenzeichnung spricht dagegen, dafs es sich etwa um das Spätstadium einer typischen Clostridienversporung handelt. Aus den zuletzt angeführten beiden Beispielen kann jedenfalls der Schlufs gezogen werden, dafs bei sehr kräftiger Tendenz zur Versporung in vielen Fällen die Zellen sich absolut oder relativ refraktär gegen den, Granuloseausscheidung befördernden Einflufs des Zuckers verhalten. Wenden wir uns nun zu den Fig. 8 und 9. Insbesondere Fig. 9 zeigt uns, wie sich Vegetationen verhalten, die vom Rauschbrandoriginalmuskel auf Zuckeragar übertragen werden. Hier wirken offenbar Tendenz zur Versporung, Gegenwart des Zuckers und die mit der schroffen Änderung des Nährbodens verbundenen schädlichen Einflüsse zusammen in der verschiedensten Weise. Die aus den Sporen auskeimenden Stäbchen vermehren sich oft nur sehr wenig, sie lenken zum Teil frühzeitig in Versporung, aber die Versporung verläuft abnorm, sie führt nur ausnahmsweise zur Sporenanlage, noch seltener zu reifen Sporen und selbst diese, morphologisch wohlgestaltet, sind oft (Auskeimungsversuch) minderwertig.

Die komplizierten Ernährungsvorgänge der Bakterienzellen unterliegen zweifellos im Stadium der Versporung, in welchem die Mutterzelle nicht nur für ihre eigenen Bedürfnisse, sondern überdies für den Aufbau der Spore Sorge zu tragen hat, leicht Störungen. Die Zellen werden leicht krank, die Krankheit verrät sich durch Mifsgestaltung der Individuen, sie verrät sich durch das Auftreten charakteristischer Stoffwechselprodukte. Diese Stoffwechselprodukte tragen insgesamt den Charakter eines abnormen oder unvollständigen Abbaues oder Aufbaues. Kehren wir zu unseren Bakterien zurück und versuchen wir das Auf-

treten der Granulose zu deuten, so möge dies in folgender Weise geschehen.[1])

Diese kümmerlich versporenden Zellen vertragen den Zucker nicht, sagen wir, sie sind zuckerkrank. Dafs auch bei Abwesenhiet von Zucker in der Nahrung die schwere Schädigung eintreten kann, sehen wir daran, dafs unter Umständen bei manchen Rassen auch dann Granulose auftritt, wenn wir auf zuckerfreie (resp. zuckerarme) Nährböden übertragen. Diese Zellen sind schwer zuckerkrank. Aber nicht immer, wenn die Zellen schwer krank sind, ist die Ausscheidung der Granulose in die Zellen eine bedeutende. Fig. 24 zeigt uns das Bild einer 24 Stunden alten Kultur des Rauschbrandbacillus (Färbung mit Gentianaviolett). Hier wurde vom Herzblut auf Zuckeragar übertragen. Bei diesen Zellen, die durch Entstehen von Schrumpfungsfiguren beim Eintrocknen, durch monströse Formen stigmatisiert sind, erhält man in den mit Jod gefärbten Präparaten nur vorübergehend eine rotbraune Färbung, die bald verblafst. Dafs die Gegenwart von Zucker in der Nahrung unter vielen Fällen die Ansammlung der Granulose befördert, unterliegt keinem Zweifel. Aber die Disposition zum Auftreten der Granulose ist bei den verschiedenen Rauschbrandbacillenrassen, bei den verschiedenen, durch Aufeinanderfolge der Züchtungsbedingungen geschaffenen Zuständen aufserordentlich verschieden. Die Sache liegt also etwa derart: Kräftig sporulierende Individuen des Rauschbrandbacillus, auf Muskel gezüchtet (Fig. 6), reagieren gegen die Anwesenheit des Zuckers überhaupt nicht oder nur ganz vorübergehend. Dann gibt es solche Zustände, bei denen die Individuen während der Sporulierung spärlich Granulose einlagern, aber sie befinden sich dabei ganz wohl, sie entwickeln sogar Sporen (29). Fälle schwerer Erkrankung werden durch Fig. 8 und 9 dargestellt.

1) Die folgende Schilderung ist nur Ärzten verständlich. Naturheilärzte, welche die Krankheiten für etwas sehr Einfaches ansehen und ausschliefslich mit Wasser behandeln, werden nicht begreifen können, dafs selbst bei Bakterien so reichhaltige Symptomenkomplexe vorkommen. Selbstverständlich finden sich sehr häufig in Kulturen die verschiedensten Zustände kombiniert vor. Aber gerade dieser Umstand spricht für die Bedeutung innerer Ursachen.

Überblicken wir die ganze Reihe und fragen wir uns, welche Bedeutung der Granulose zukommt, so lautet die Antwort: Das Auftreten der Granulose in auffälliger Menge ist das Symptom einer Erkrankung, welche diese hochempfindlichen anaeroben Bakterien so häufig befällt.

Selbstverständlich ist die Granulose nicht das einzige Symptom. Schon unsere Kenntnisse über die bei der Gärung auftretenden Hauptprodukte, weisen recht eindringlich auf das auffallende Erscheinen von Substanzen, welche, wie die Buttersäure, Alde-hyde, als Ausscheidungsprodukte so selten in dieser Menge erscheinen, dafs sie biologisch betrachtet, abnorm erscheinen.[1]) Es kann auch dieses Symptom unter Umständen zurücktreten, und zwar im Extrem bei vollständig »denaturierten« Bacillen, die dem Zucker so weit angepafst sind, dafs sie nicht mehr versporen und nur Milchsäure ausscheiden (siehe II. Teil, chemisch-biologisches Verhalten des Rauschbrand- u. Ödembac.). Diese denaturierten Stäbchen, welche keine Sporen bilden, zeigen auch keine Granulose mehr oder sie enthalten nur Spuren von Substanzen, die mit Jod dunkelgelb gefärbt werden. Es können (nicht müssen) auch toxische Substanzen bei dem Stoffwechsel dieser kranken Bakterien gebildet werden. Warum sollen kranke Bakterien keine Toxine bilden? Doch nicht etwa aus dem Grunde, weil die Erreger einer Krankheit nicht selbst krank sein können?

Warum sollen bei dem engen Zusammenleben der Geschöpfe nicht Störungen im normalen Ablauf des Stoffwechsels eintreten, die zum Auftreten von Stoffen führen, welche für mehr als eine Art von Organismen im Sinne von Giften schädlich sind? Warum sollen solche erworbene Krankheiten der Bakterien nicht vererbbar sein, derart, dafs sie dann unter den verschiedensten Bedingungen beibehalten werden? Können solche Stoffwechselkrankheiten auch auftreten bei partiell mifslingenden Versuchen der Anpassung an andere Lebensbedingungen? Wird bei dem Zusammenleben nur der Wirt oder auch der Parasit geschädigt? Ist etwa der Kampf ums

1) Darf man ebenso wie von abnormen Formen, auch von abnormen Stoffwechselprodukten sprechen? Es bezeichnet doch beides nur eine aus Vergleichen gewonnene Anschauung.

Dasein als vererbtes Mifsverständnis aufzufassen? Warum verschwindet die Gefährlichkeit oft mit der versöhnenden Anpassung, sei es, dafs diese sich auf unseren Laboratoriumsnährböden oder in unserem Körper vollzieht? Kann etwa eine, im biologischen Sinne unzweckmäfsige Ernährung bei vorhandener Disposition zur Schädigung der Bakterien führen und können die geschädigten Bakterien dann Toxine bilden? Haben wir das das Recht zu sagen, im Rachen von Gesunden finden sich vollvirulente Diphtheriebacillen? Können nicht in diesen Fällen die Diphtheriebacillen infolge vollzogener Anpassung an den menschlichen Körper harmlos sein und erst bei Übertragung in unsere Nährböden rückfällig werden und Toxine bilden in gleicher Weise, wie sie diese auf der Schleimhaut des Diphtheriekranken produzieren? Warum erlöschen manche Epidemien selbsttätig? Haben nur wir uns den Krankheitserregern angepafst oder diese sich uns derart angepafst, dafs sie in unserem Körper keine Toxine bilden?[1]) Werden sie dann leicht durch die wenigstens zeitweise friedlich auf unseren Schleimhäuten vegetierenden Bakterien, mit denen wir im Waffenstillstand leben (um ein Wort aus dem Lexikon der streitlustigen Forscher anzuwenden), verdrängt? Das sind alles Fragen, die wir heute schon stellen, aber noch lange nicht beantworten können. Es sind ja vor allem unsere Kenntnisse über die Bakterien und ihre Ausscheidungen, die noch immer häufig unter dem Titel »Leistungen« besprochen werden, viel zu dürftig, als dafs wir in einem einzigen Fall des Konfliktes klar sehen könnten.

Eine einzige Bakterienart und wie viele verschiedene Zustände der von einer-Kolonie abgeleiteten Vegetationen, die im Wechsel der züchterischen Behandlung mehr oder minder festhaftend als erblicher Besitz auf die Nachkommenschaft übertragen werden. Wie überaus dürftig die Symptome der verschiedenen Zustände

---

1) Es ist vollkommen unrichtig, dafs in allen Fällen sehr rasche Vermehrung der Zellen ein Zeichen vollzogener Anpassung oder normalen Zustandes der Zellen ist.

der Bakterien! Wie kompliziert sind die tatsächlichen Zustände durch die Interferenz der verschiedenen erworbenen und verlorenen Eigenschaften!

Kehren wir zu unseren Buttersäurebakterien zurück und versuchen wir, die zu einem Zustande gehörenden Fig. 10, 11, 12, 13 zu deuten. Hier finden wir eine verhältnismäfsig weitgehende Disposition zum Auftreten der Granulose, trotzdem verlaufen die Versporungsvorgänge zwar wesentlich modifiziert, aber dennoch im Rahmen einer unverkennbaren Ordnung, die sich in der Gleichartigkeit der Individuen, in der Bildung reichlicher Sporen kundgibt (Fig. 10). Hier werden wir uns vergegenwärtigen müssen, dafs das Auftreten der Granulose nicht als Krankheit, sondern nur als Symptom einer solchen aufzufassen ist. Diese Zellen bilden reichlich Granulose, aber sie bringen trotzdem häufig die Versporung zu einem befriedigenden Abschlufs. Fragen wir nach der Geschichte ihrer Vorfahren, um uns dieses auffallende Verhalten zu erklären. Die Sporen, welche bei geeigneter Übertragung zu Vegetationen vom Aussehen der in Fig. 10, 11, 12, 13 abgebildeten Formen führen, hatten sich im Stadium der Nachgärung gebildet. Es war hier nach Aussaat von Stäbchen im halbdenaturierten Zustande zu einer tagelang andauernden Gärung gekommen, bei welcher nur vegetative Formen anzutreffen waren. Kommt es nun in solchen Fällen ausnahmsweise in Spätgenerationen zur Sporenbildung, und verläuft diese mit Auftreten von Granulose [1]), dann mögen diese mit den Eigenschaften ausgestattet sein, wie sie das Sporen-Reinmaterial Di aufweist:

Leichtes Anwachsen auf unseren Nährböden (üppige Vermehrung der aus den Sporen ausschlüpfenden Stäbchen), grofse Neigung zur Bildung von Granulose, trotzdem vor sich gehende Versporung. Allzuviel darf man aber diesen sporulierenden Zellen nicht zumuten. Gelegentlich kommt es zu einer abnormen Versporung, bei welcher die Granulose auch in der Sporenanlage bezw. freien Spore auftritt.

1) Beweis einer schweren Disposition, da sich zu dieser Zeit in der Bouillon kein Zucker mehr nachweisen läfst.

Dafs diese granuloseführenden Sporen biologisch minderwertig sind, erkennt man am besten an den vergeblichen Versuchen, mit Sporenmaterial, welches reichlich solche Sporen enthält, Auskeimungsbilder zu bekommen. Als bester Nährboden für Auskeimungsversuche empfiehlt sich Agar, der mit sterilem Prefssaft von rohem Fleisch versetzt ist. Man gibt von letzterem eine entsprechende Portion in eine Anzahl von Eprouvetten, die ausgekochten und auf 50° abgekühlten Agar enthalten.

Man mischt gut, ohne zu schütteln, und läfst rasch in schräger Lage erstarren. Das Sporenmaterial wird nunmehr auf der Oberfläche des Schrägagars verstrichen. Die Röhrchen kommen, im Buchnerrohr verschlossen, in den Brutschrank. Von $^1/_2$ Stunde zu $^1/_2$ Stunde wird ein Röhrchen untersucht. Man streift mit einer Öse die Oberfläche ab und fertigt ein Deckglaspräparat an. Hat man es mit Sporen von Vegetationen zu tun, wie sie auf Fig. 6 zu sehen sind, so findet man bereits nach 1 Stunde ausschlüpfende Stäbchen. Die Sporenkapsel wird an einem Pole durchbrochen. Bei Verwendung von Sporenmaterial, das reichlich Sporen mit Granulose enthält, mustert man oft Dutzende von Präparaten durch, bis man auf ein ausschlüpfendes Stäbchen trifft. An der reichlichen Gegenwart von unveränderten Sporen erkennt man die Minderwertigkeit derselben. Die Resultate sind hier nicht besser bei Verwendung flüssiger Nährböden, bei denen überdies durch die sehr bald eintretende stürmische Vermehrung der Stäbchen die Untersuchung erschwert wird. Auch durch Zusatz von Zucker läfst sich keine Änderung im Verhalten herbeiführen.

Wie merkwürdig verhalten sich weiters die Vegetationen des Sporenmateriales Di, wenn wir diese auf Ca-Laktatbouillon übertragen! Unter Umständen sporenlose Vegetationen (man kann eventuell, wie wir feststellten, X-mal hintereinander auf frische Röhrchen mit demselben Nährboden übertragen) und setzen wir nun einige Tropfen Zuckerlösung zu, so tritt augenblicklich Granulose auf, wenige Stunden später sehen wir bereits Clostridien. Der Zusatz einer einzigen Substanz, welche unter vielen Umständen zur Abnahme der Neigung zur Versporung führt,

bewirkt hier prompten Eintritt der Versporung und dabei aber auch gleichzeitig massenhaftes Auftreten der Granulose!

Dies führt uns sofort zu der Behauptung, welche diejenigen Autoren vertreten, die wir mit einem Schlagwort als »botanische« bezeichnen können. Diese Forscher sehen die Granulose für eine Reservesubstanz an. Dafs die Granulose an sich eine Reservesubstanz ist, kann selbstverständlich ebensowenig bezweifelt werden als man bezweifeln kann, dafs das Fett, welches aber auch in degenerierenden Zellen auftritt, an sich eine Reservesubstanz ist. Das reichliche Auftreten der Granulose hat Beyerinck zu der Behauptung geführt, dafs die Buttersäurebacillen zu den höchst organisierten Bakterien gehören. Wie verhält sich aber im vorliegenden Falle die Reservesubstanz »Granulose«?

Sie tritt nicht immer auf bei der Versporung der Buttersäurebacillen (siehe auch unser Amylobakter-Photogramm 7). Wenn sie auftritt, lenkt die Versporung häufig in abnorme Bahnen. Selbst dann, wenn typische Clostridien entstehen, bleibt das wertvolle Plasma der Sporenanlage meist diesseits, die Granulose jenseits. Wird die Spore frei, so zerfällt das granuloseführende Plasma, die Granulose schwimmt fort. Tritt sie aber bereits in der Sporenanlage auf, dann sind die Sporen minderwertig! Die Reservesubstanz weist also hier auf einen abnormen Zustand, auf eine Krankheit. Wir können den Nachdruck darauf legen, dafs bei diesen Zellen die Fähigkeit des Abbaues der assimilierten Kohlehydrate herabgesetzt ist. Wir wollen diese Behauptung, dafs das Auftreten der Reservesubstanz hier eine Krankheit bedeute, als die »ärztliche« bezeichnen. Zwei ganz entgegengesetzte Auffassungen: hie Fortschritt, hie Krankheit! Als Behauptungen können sie unmöglich vereinigt werden. Vielleicht kommen wir aber zu einer Versöhnung, wenn wir die Auffassungen nicht als Behauptungen, sondern als Anschauungen hinstellen. Der Botaniker sieht in allem mit Vorliebe den Fortschritt, die Ordnung, das System. Er sieht durch eine grüne Brille. Wir Ärzte sind in vielen Fällen gegen die Reservesubstanzen mifstrauisch, unser Blick ist geschärft für den Rückschritt, für die Störungen der Ordnung, für den Mifserfolg. Wir sehen durch eine dunkle Brille. Viel-

leicht kommen wir zu einer friedlichen Lösung, wenn wir einmal abwechselnd durch beide Brillen sehen. Die Empfindlichkeit gegenüber dem Sauerstoff, die Bildung der Reservesubstanz weisen auf ein Aufgeben der biologischen Selbständigkeit hin, vielleicht ist dieses Sinken der biologischen Selbständigkeit der Zellen hier in der Tat als Anfang einer höheren Organisation anzusehen, die ja unter allen Fällen mit einem Aufgeben der Selbständigkeit verbunden ist?

Wenn wir den Nachdruck auf die Schicksale des einzelnen Individuums (der Zelle) legen, ist dieses Auftreten der Granulose Symptom einer Krankheit, legen wir ihn aber auf das ganze Völklein der Zellen, welche eine Kultur enthält, dann mag diese beim Zerfall der Zellen frei werdende Reservesubstanz auf einen nützlichen Vorgang hinweisen, indem die Reservesubstanz einer höheren Einheit als der Einheit des Individuums zugute kommt.[1])

Man könnte demnach diesen ganzen Vorgang als einen mifslungenen Versuch zum Fortschritt ansehen. Dafs es hierbei oft ein wenig stürmisch hergeht, und dafs die Individuen durch monströse Verzerrungen das Bild der Kultur verschieben, kann ja nicht wundernehmen.

1) Was aber speziell den Ablauf des Prozesses in jenen Fällen betrifft, wobei Granulose auch in die Spore tritt (siehe Amylobakter, Fig. 6 und 5, Archiv für Hygiene Bd. 42, Rauschbrand vorliegende Arbeit Fig. 12 u. 13); — ich nannte in einem Vortrag diese Sporen in Anspielung auf die von mir selbst früher geäufserte Wertschätzung ›Übersporen‹ — so dürfte wohl über die Auffassung dieser Sporen als biologisch abnormer kaum auf irgend einer Seite Zweifel herrschen. Es müfste denn gelingen, nachzuweisen, dafs auch solche Sporen auskeimen können. Ob dies bei den Amylobakter- und Rauschbrandbacillensporen der Fall ist, bezweifle ich, da ich seinerzeit zahllose vergebliche Versuche anstellte in der Absicht, zu erfahren, wie sich die Granulose beim Ausschlüpfen der jungen Stäbchen verhält. Sehr bemerkenswert und im Sinne einer Abweichung vom gewöhnlichen Verhalten der Sporulierung in Bakterienkulturen zu deuten ist jedenfalls die Tatsache, dafs in Zuckerbouillon oder Zuckergelatine ebenso wie bei den entsprechenden Kulturen des Amylobakter die Art der Versporung (wie sie Fig. 11 darstellt), die wir als typische Clostidienversporung bezeichneten, im Beginne der Vegetation einsetzt. Man kann sich weiters leicht überzeugen, dafs Auskeimungsversuche am leichtesten gelingen bei Sporen von der in Fig. 5 abgebildeten Art.

Diese Betrachtung ist nun selbstverständlich wieder keine Behauptung, sondern nur eine Anschauung. Anschauungen sind aber nicht anfechtbar, weil sie subjektiv sind. Kehren wir nunmehr zur Granulose zurück und fragen wir uns, welche Rolle spielt diese Substanz bei anderen Bakterien. Ohne auf die Literatur einzugehen, deren Besprechung wir auf die Zukunft verschieben, verweisen wir hier nur auf die von Passini mitgeteilten Befunde des Auftretens von Granulose bei einer Anzahl von aëroben Darmbakterien. Passini hat eine Anzahl von sporenbildenden Darmbakterien isoliert, die durch Auftreten nicht unerheblicher Mengen von Granulose bemerkenswert sind.

Wir verweisen weiters hier auf die von Passini und mir mitgeteilten Befunde des Auftretens reichlicher Mengen von Granulose bei einer Anzahl von aëroben Bakterien, bei denen bisher Sporenbildung nicht beobachtet werden konnte B. coli ect. In den diesbezüglichen Versuchen stellte sich heraus, dafs vor allem die Übertragung alter Kulturen (die auf zuckerfreiem Nährboden angelegt waren) auf zuckerhaltige frische Nährböden zum vorübergehenden Auftreten von Granulose führt. Überträgt man von einer derartigen, granulosetragende Zellen in Masse enthaltenden, Kultur auf einen frischen Nährboden derselben Zusammensetzung, so kommen in vielen Fällen wieder granulosefreie Zellen zum Vorschein. In anderen Fällen läfst sich deutlich erkennen, dafs nur die ersten Generationen, die nach der Übertragung vom alten zuckerfreien Nährboden auf den neuen zuckerhaltigen in diesem zur Entwicklung kommen, mit Jod färbbare Substanzen enthalten, während die späteren Generationen der nämlichen Kultur wieder granulosefreie Zellen liefern.

Dafs aber bei den meisten Bakterien, die versporen, vorübergehend mit Jod färbbare Substanzen auftreten, ist abgesehen von zerstreuten Literaturangaben leicht durch die Beobachtung festzustellen. Das oben erwähnte Auftreten von Granulose bei nicht sporulierenden Bakterienarten, welches nach dem Mitgeteilten besonders häufig zur Beobachtung kommt, wenn Bakterien aus alten Kulturen auf frische, zuckerhaltige Nährböden übertragen werden (und wenn diese dann im Buchnerrohr bebrütet werden),

läfst sich wohl (bei ärztlicher Anschauung!) so deuten, dafs in ähnlicher Weise, wie beim Stoffwechsel der sporulierenden Bakterien so auch hier bei den ersten Nachkommen der in einer alten Kultur noch übertragungsfähigen, aber geschwächten Keime eine Empfindlichkeit der Zellen vorhanden ist, welche sich in verschiedenen Stoffwechselanomalien kundgibt, deren für uns erkennbares Symptom das Auftreten der Granulose ist. Was die Art der mit Jod färbbaren Substanzen betrifft, so ist uns hierüber sehr wenig bekannt. Aus der Natur der Farbenreaktion, welche je nach Bakterienart oder je nach sonstigen Umständen alle Töne von rot über braun bis rein blau einschliefst, wird allgemein auf Substanzen geschlossen, die der Stärke und ihren Abbauprodukten nahestehen. Eine Analyse liegt unseres Wissens nur für die Granulose der von Beyerinck gezüchteten Buttersäurebacillen vor. Beim Rauschbrandbacillus sind die Farbentöne, welche man mit Jod bekommt, sehr verschieden. Mir erscheinen sie etwa folgendermafsen: Im Tierkörper findet man häufig Clostridien, die rotbraun, seltener solche, die blauschwarz gefärbt werden. Sehr wechselnde, oft aber sehr dunkle Töne finden sich in Präparaten von der Art der Fig. 8 und 9; reinviolett bis braunviolett waren die Clostridien von Fig. 11: blauschwarz nicht selten die Körnchen der fleckigen Stäbchen (Fig. 7). Auffallend dunkelgelbe Färbung zeigen oft die Ketten von Fig. 21, während die kugelförmigen Anschwellungen oft intensiv schwarzviolett gefärbt erscheinen. Verschiedene Farbentöne, streckenweise abwechselnd, zeigen die Scheinfäden in Fig. 20.

Zweifellos ist es ganz verfehlt, die zahlreich wechselnden Bilder der granuloseführenden Zellen einer solchen Bakterienart herauszuheben und nebeneinander derart zu ordnen, als entsprächen die einzelnen Bilder den aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien vom Stäbchen zur Spore. Der Weg vom Stäbchen zur Spore führt, wie wir gezeigt haben, über die verschiedensten Bilder, in denen Granulose fehlen kann, oder in Spuren vorhanden ist oder in grofser Menge auftritt. Auch erfolgt sehr häufig die Einlagerung der Granulose derart und so schnell, dafs man zu keiner Zeit Stäbchen vom Charakter der

gefleckten Stäbchen (Fig. 7) beobachtet. Diese sind demnach nicht als regelmäfsige Vorstadien des Clostridiums anzusehen, sie stellen vielmehr eine besondere Form des Prozesses vor.

Nach dieser langen Betrachtung der Granulose wenden wir uns zu einem genaueren Studium derjenigen Formen des Rauschbrandbacillus, die wir als unbeweglich, geifsellos und asporogen bereits kennen lernten und als denaturiert bezeichneten. Fertigen wir von Oberflächenkolonien (34) solcher denaturierter Rauschbrandbacillen Präparate an, so finden wir nicht selten auffallend dicke Stäbchen, die eine gewisse Neigung zur Kettenbildung erkennen lassen. Wenn auch im allgemeinen nicht zu verkennen ist, dafs die denaturierten Rauschbrandbacillen beträchtlich dickere Stäbchen zeigen als die nicht denaturierten, so mufs doch darauf hingewiesen werden, dafs in seltenen Fällen ein Zustand vorkommt (siehe oben), in dem reichlich Geifseln vorhanden sind, während Abnahme der Sporulationsfähigkeit und beträchtliche Dicke der Stäbchen diesen Zustand dem der denaturierten Rauschbrandbacillen nähert (Fig. 1 und 2). Sehen wir aber von diesen Übergangsstadien ab, so sind die Extreme recht beträchtliche. Man vergleiche Fig. 66, die noch nicht sporulierenden Stäbchen von Fig. 4 mit Fig. 25. Letzgenannte Figur stellt einen Fall von Stäbchen ganz extremer Dicke dar. Der Nährboden war derselbe wie derjenige, auf dem die Kultur von Fig. 4 gezüchtet war, ebenso das Ausgangsmaterial. Sehr häufig tritt bei solchen denaturierten Rauschbrandstämmen die besondere Dicke der Stäbchen nur auf zuckerhaltigen Nährböden hervor. Es ergeben sich dann recht beträchtliche Differenzen im Aussehen der Stäbchen, je nachdem man auf Agar oder Zuckeragar-Oberfläche überimpft. Auf Zuckeragar treten dicke, nicht selten lange Stäbchen mit Neigung zur Kettenbildung auf; auf Agar dünnere, weniger reichlich Ketten bildende Stäbchen. Wir sehen diese Stäbchen auf Fig. 27 (Vergröfserung 1500). Von derselben Kultur zeigt bei 1000facher Vergröfserung Fig. 26 ein Präparat, das nach v. Ermenghem gefärbt war. Es wurde bereits hervorgehoben, wie man von partiell denaturierten Zuständen durch züchterische Behandlung zum einen oder anderen Extrem gelangen kann.

Wir haben bereits so vieles über die auffallende Erscheinung der Denaturierung gesagt, dafs wir nun doch die Frage stellen müssen, ob denn nicht etwa an allen den auf den bisher gezeigten Bildern erkennbaren sonderbaren Zuständen die unzweckmäfsige Art der Züchtungsmethode schuld trägt. Versuchen wir es, die primären Kulturen auf einem anderen Nährboden anzulegen, der die Eigenschaften des Rauschbrandbacillus, wie sie diesem im rauschbrandkranken Tiere zukommen (Fig. 66), nicht verändert. Man könnte hier zunächst an flüssige Nährböden denken. Zweifellos bestehen zwischen den gebräuchlichen festen und flüssigen Nährböden erhebliche Unterschiede. Dafs bei Vegetationen oder Sporen des Rauschbrandbacillus, die durch labilen Zustand ausgezeichnet sind, geringe Abweichungen in der Zusammensetzung der Nährböden bereits Ausschläge nach der einen oder anderen Richtung herbeiführen, ist nicht wunderlich. Übertragungen von einer 24 Stunden alten Ca-Laktatbouillon, welche mit unserem Material Di geimpft war (wie besprochen, fehlen in diesen Vegetationen granulosetragende Stäbchen), in gewöhnlichen Nähragar oder Milch führen sofort zu Vegetationen, die reichlich Granulose enthalten. Bei anderem Material kann unter Umständen eine Übertragung in Agar und in Zuckeragar Differenzen hervortreten lassen, insofern in einem Falle Zellen mit Granulose auftreten, während sie im anderen Falle fehlen.

Im letzteren Falle sehen wir besonders oft Versporung, die insofern von den bisher geschilderten Bildern abweicht, als die Zellen oft bei ziemlich erheblicher Länge die Spore deutlich »endständig gelagert« enthalten, wobei das betreffende Ende in der verschiedensten Weise leicht aufgetrieben erscheint. Dieselbe Art der Versporung finden wir nicht selten, wenn wir unser Material Di auf sterilen Muskel übertragen. Hier und nicht selten auch sonst, ist bei diesen endständig sporulierenden Zellen eine rudimentär ausgebildete Trennungslinie zu sehen, welche das ganze Gebilde als Doppelstäbchen erkennen läfst. Dabei sehen wir in dem mit Jod gefärbten Präparate, dafs jener Teil des Zellinhalts, welcher der Spore naheliegt, ein in der

Aufsicht halbmondförmiges Schalensegment enthält, welches braun bis violett gefärbt erscheint. Daneben findet sich nicht selten an dem anderen Ende des Stäbchens ein mit Jod färbbarer Abschnitt. Stäbchen der gleichen Art kommen auch in den charakteristisch veränderten Geweben der Kadaver von Tieren, die an Rauschbrand eingegangen sind, vor. Wir werden im weiteren sehen, dafs diese Gebilde einen Übergang darstellen zu einer Art von Versporung, die sich beim Rauschbrandbacillus mit Sicherheit hervorrufen läfst, und die dadurch charakterisiert ist, dafs Stäbchen mit endständiger kleiner Spore in grofser Menge auftreten.

Man sieht also, es kommen nicht nur Typen von Versporungsarten vor, sondern zahllose Übergänge. Dafs diese Übergänge vorkommen, erschwert zwar die Beschreibung, dies kann uns aber nicht hindern, sie anzuführen.

Um nunmehr auf die Verwendung flüssiger Nährböden zurückzukommen, die ja in der ersten Zeit der Rauschbrandforschung (Ehlers) eine grofse Rolle spielten, so ist selbstverständlich gegen eine exakte Fortimpfung von Rauschbrandreinkulturen auf flüssigen Nährböden kein Einwand zu erheben. Es können diese Nährböden zur Übertragung vom Tier nicht gut herangezogen werden, da die Reinheit der Kulturen keineswegs immer garantiert ist. Auch zur Anreicherung der Rauschbrandbacillen aus dem Tiere erscheinen flüssige Nährböden wenig geeignet, da diese Nährböden für alle Bakterien, die gelegentlich als Begleitorganismen des Rauschbrandbacillus vorkommen, weitaus bessere Bedingungen schaffen als für den Rauschbrandbacillus, der auch in solchen primären Kulturen sehr kümmerlich anwächst, insbesonders dann, wenn es sich um kräftig sporulierende Rassen handelt. Bei der grofsen Pleomorphie der Rauschbrandbacillen, bei dem äufserst veränderlichen Charakter des Chemismus, müssen wir unter allen Umständen zwischen Tier und sekundären Kulturen Kulturen auf festem Nährboden einschieben, die zur Bildung distinkter Kolonien führen.

Recht beachtenswert sind nun die Resultate der Isolierung des Rauschbrandbacillus, wenn wir zur Isolierung das Gelatine-

plattenverfahren heranziehen, da es uns auf diese Weise leicht gelingt, jenen Zustand zu erzielen, der den Rauschbrand sowohl in Hinsicht auf biologisches als morphologisches Verhalten mit dem Ödembacillus und dem fäulniserregenden Buttersäurebacillus verbindet. Man verwendet in diesem Falle am besten zur Aussaat nicht Trockenmuskel oder Gewebesaft von einem an Rauschbrand eingegangenen Meerschweinchen, sondern benutzt die von Kitt u. a. hervorgehobene Tatsache, dafs im Herzblut des Rauschbrandtieres Rauschbrandbacillen zu finden sind. Wenn diese auch nicht regelmäfsig in Reinkultur vorhanden, sondern nicht selten mit Kokken etc. verunreinigt sind, so gelingt es doch sehr häufig, durch eine Art Vorkultur auf Gelatinestich kräftige primäre Vegetationen zu erhalten. In diesem Falle empfiehlt es sich, vom Zuckerzusatz ganz abzusehen, da die Erfahrung zeigt, dafs hier sehr häufig auf zuckerfreier Gelatine Wachstum eintritt, während dieses auf zuckerhaltiger Gelatine ausbleibt. Unter allen Umständen suche man mit Hilfe einer sehr dicken Nadel viel vom Herzblut zu übertragen, da die Menge der vermehrungsfähigen Bakterien oft selbst bei reichlichem Vorhandensein mikroskopisch nachweisbarer Stäbchen sehr gering ist. Tritt nun Wachstum ein, so erfolgt dieses regelmäfsig und typisch, falls das Meerschweinchen mit nicht denaturierten Rauschbrandbacillen infiziert war, in einer Form, wie sie Fig. 57 zeigt. Die betreffende Stichkultur in zuckerfreier Gelatine ist 7 Tage alt. Die mikroskopische Untersuchung einer ebenso beschaffenen Parallelkultur (auf demselben Nährboden) zeigte Fig. 14. Die aerobe Kontrolle blieb steril. Die Vegetationen in der Gelatine bilden sackförmig konfluierende, durchscheinende weifse Kugeln, deren Umfang recht beträchtlich werden kann. Die Gelatine ist im Bereich der Vegetation verflüssigt.

Dieser Befund konnte derart häufig in gleicher Weise festgestellt werden, wenn wir von Herzblut in Gelatine übertrugen, dafs diese Form der gelatineverflüssigenden Vegetationen als typisch angesehen werden kann.

Die gelatineverflüssigenden primären Kulturen sind trotz ihrer nicht selten recht üppigen Entwicklung schwer auf andere

Nährböden übertragbar. Es bleiben nicht nur häufig Agarstichkulturen und Zuckeragarstichkulturen steril, ebenso Bouillon und Zuckerbouillonkulturen, es mifslingt auch sehr oft die Übertragung auf Gelatine, auch wenn die Kulturen im Buchnerrohr eingeschlossen werden. Was das Auftreten der Granulose in den primären Herzblut-Gelatinekulturen betrifft, so verhalten sich die Kulturen sehr wechselnd. In manchen Fällen fehlt sie vollständig. (Siehe Fig. 14.) Die gleichmäfsige Färbung der mit Gentianaviolett gefärbten Zellen beweist bereits das Fehlen der Granulose. In anderen Fällen finden sich hingegen reichlich Clostridien, meist spielen die Farbentöne ins Rotbraune, seltener beobachtet man dunkelbraunviolette Töne. Unverkennbar prägt sich hier wieder die Eigenart des zur Infektion des Meerschweinchens verwendeten Reinmaterials aus. Auffallend ist es, dafs sehr häufig bei Weiterübertragung in Gelatine die Clostridien bereits in den ersten Generationen verschwinden. Dies tritt auch ein, wenn die Gelatine Zucker enthält.

Die Dicke der Stäbchen ist sehr verschieden. Sie schwankt meist zwischen den in Fig. 14 und 15 dargestellten Dimensionen. In älteren Kulturen beobachtet man nicht selten Scheinfäden.

Bei diesen sekundären und den weiteren Kulturen auf Gelatine ist die Verflüssigung stets zu beobachten, sie nimmt häufig zu. Allerdings ist es manchmal schwierig, Serien von mehr als 3—4 Kulturen zu erzielen. Fig. 55 und 56 zeigen zwei je 4 Tage alte Sekundärgelatinen, die von einer Primärgelatine geimpft worden waren. Fig. 55 stellt die Vegetation auf zuckerfreier Gelatine, Fig. 56 diejenige auf zuckerhaltiger (2 proz. Dextrose) dar. (Beide Kulturen waren im Buchnerrohr bei 22° aufbewahrt.)

Diese Weiterübertragung auf Gelatine ist ein bequemer Weg, um die Virulenz der Bakterien rasch zum Schwinden zu bringen. In den ersten zwei Kulturfolgen führt die Rückübertragung auf geeigneten Nährböden allerdings gewöhnlich noch zum Ziele, wenn es sich darum handelt, virulente Kulturen zu erhalten.

Im vorliegenden Falle tritt bei der Züchtung des Rauschbrandbacillus in Gelatine sehr häufig rascher Verlust der Versporungsfähigkeit auf. Gänzlich anders als die bisher geschilderten Gelatine-

kulturen (Übertragung von Herzblut auf Gelatine) sehen solche Gelatinestichröhrchen aus, wenn wir Rauschbrandbacillen übertragen, deren Zustand durch vorausgegangene Züchtung auf zuckerhaltigen Flüssigkeiten modifiziert ist. Impfen wir unsere Gelatinen mit dem oft angeführten Material Di oder mit einem entsprechend modifizierten anderen Stamm, so finden wir, dafs nach 48 Stunden entlang dem Impfstich rundliche kompakte Kolonien entstanden sind, die allmählich gröfser werden und zusammenstofsen. Verflüssigung bleibt aus oder sie tritt nach mehreren Tagen an einer oder der anderen Stelle auf. (Siehe Fig. 58, 10 Tage alte Kultur.) Die Kulturmasse ist im ganzen sehr kohärent, man hat einige Schwierigkeiten zu überwinden, um die beim Erwärmen der Gelatine in der Flüssigkeit schwimmenden Kolonien zu zerteilen. Clostridien fehlen fast nie.

In diesen Fällen ist das Wachstum auf Zuckergelatine entschieden üppiger als auf Gelatine (vererbte Anpassung). Überträgt man nun von einer solchen Zuckergelatine weiter auf Gelatinestich, so zeigen sich in den folgenden Gelatinekulturen reichlicher Ausläufer. Von der vierten Kultur in dieser Serie wurden zwei Gelatinestichkulturen angelegt, eine auf gewöhnlicher Gelatine, eine auf Gelatine, die 22% Zucker enthielt. Nach 3 Tagen zeigte die letztgenannte Kultur das Bild einer raupenförmigen Vegetation (Fig. 59). In der zuckerfreien Gelatine hingegen war die Vegetation vom Stichkanal aus in breitem Umfang in die Umgebung hineingewachsen. Diese Vegetation zeigte sich aus feinsten Ausläufern bestehend, welche in dichten Zügen reisigförmig der Peripherie zustrebten. Die Gelatine war im Bereiche der Ausläufer erweicht (Fig. 61). Eine andere Art der Ausläuferbildung, die sich unter ähnlichen Verhältnissen entwickelte, zeigt Fig. 62. Die Vegetation ist hier schleierförmig, sehr zart, sie konnte nur durch geeignete Beleuchtung als Schattenbild dargestellt werden. Eine Gelatinekultur vom Aussehen der Fig. 60 wurde erhalten durch Übertragung von einer Milchsäurebouillonkultur. Hier sieht man neben Gasbildung reichliches Auftreten von büschel- und rankenförmigen Ausläufern. Am unteren Ende der Vegetation tritt partielle Ver-

flüssigung auf. Die Rauschbrandgelatinekulturen zeigen also einen ähnlichen Reichtum an Vegetationsformen wie diejenigen des Amylobakter, nur dafs hier der Wechsel der Bilder noch durch den Einflufs der vorhandenen, fehlenden oder rückschlägig auftretenden Verflüssigung vermehrt wird. Anpassung an unsere Nährböden, Auswahl von Rassen mit vorhandener oder fehlender Neigung zur Clostridienbildung spielen hier einen solchen Einflufs, dafs selbst Vegetationen auf gleichartig zusammengesetzten Nährböden, die unter gleichen Bedingungen gehalten werden (Parallelkulturen), verschiedene Bilder liefern.

Sehr interessant gestalten sich die Verhältnisse, wenn man von primären oder sekundären Gelatinekulturen (Ausgangsmaterial: Herzblut) auf Schrägagar überträgt. Ein Röhrchen mit Nähragar wird über der freien Flamme ausgekocht, bis zum Erscheinen von grobblasigem Schaum. Man kühlt rasch auf 45° ab, verwahrt das Röhrchen im Buchnerrohr, wobei man ausgekochte Lauge und ausgekochte Pyrogallollösung zur Herstellung der Anaerobiose verwendet. Nun wird das verschlossene Buchnerrohr schräg gelegt. Man läfst erstarren und überträgt dann nach Herausnehmen des Schrägagarröhrchens auf dessen Oberfläche mit einer Öse etwas von einer solchen Gelatinekultur. Das Agarröhrchen wird sodann in ein Buchnerrohr mit frischer Füllung von Laugepyrogallol gegeben, verschlossen und in den Brutschrank gestellt. Beobachtet man nach 24 oder 48 Stunden, so bemerkt man häufig kein Wachstum am Strich, wohl aber im Kondenswasser. Es zeigen sich Gasblasen, und das Kondenswasser ist getrübt. Die Vegetation stellt zum gröfsten Teil eine fadenziehende, schleimige Masse dar, beim Eintrocknen des Deckglaspräparates tritt vorübergehend ein Geruch auf, der an denjenigen gangränöser Pulpe erinnert.

Die Deckglaspräparate zeigen das Bild von hochgradig pleomorphen, erfolgreich und erfolglos sporulierenden Zellen. (Siehe Fig. 68 und 69, Fig. 68 ist mit Jod, Fig. 69 mit Gentiana gefärbt. Beide Präparate stammen aus derselben Kultur.)

Die Pleomorphie dieser Zellen spottet jeder Beschreibung. Es soll hier nur auf die abnorm in der Gröfse und Gestalt

differierenden Sporen, auf die Plasmadifferenzen, die sich durch intensive oder sehr geringe Färbbarkeit kundgeben, sowie auf die unregelmäfsigen Verschiebungen der zum Teil als Sporenanlagen zu bezeichnenden Plasmakugeln hingewiesen werden. Diese im Bilde vortretende Unordnung im Zellinhalt ist, sei es, dafs sie von Haus aus vorhanden war oder bei der Präparation entstanden ist, das Symptom eines abnormen Verhaltens. Man sieht hier auch endständig gelagerte Sporen. Dies ist besonders interessant und zwar aus folgendem Grunde. Oberflächenrasen unserer anaeroben Bakterien zeigen sehr geringe Tendenz zur Versporung, gleichgültig, ob wir die Kulturen im Buchnerrohr oder auf der Oberfläche von Petrischalenagar anlegen, selsbt dann, wenn wir von Sporen ausgehen. Selbst Einhaltung strengster Anaerobiose hat sich hier nicht hilfreich gezeigt. Verbessert man aber den Nährboden durch Zugabe von sterilem Muskelprefssaft, den man dem auf 45° abgekühlten, vorher ausgekochten Agar beimischt, so treten auch auf Schrägagar Oberflächenrasen auf, wenn wir von solchen Herzblutgelatinekulturen übertragen. Die Rasen sind meist durchscheinend. Es ist nun sehr interessant, wie vielfach hier die Versuche der Stäbchen, Sporen zu bilden, mifsglücken. In vielen Fällen kommt es zur Bildung ganz monströser, steriler Clostridien; Scheinfäden, Verzweigungen treten auf; sporentragende Clostridien, und vor allem zeigen sich mannigfache Versuche zur Bildung rein endständiger Sporen. Es bildet sich die Sporenanlage, indem sich ein Plasmakügelchen vom Stäbchen abschnürt. Doch die Spore wird häufig nicht reif. Man findet in 24- und 48-stündigen Kulturen massenhaft freie Sporenanlagen. Fig. 67 zeigt uns ein derartiges Bild eines mit Gentianaviolett gefärbten Präparates von einer 24 stündigen Kultur. Die massenhaft frei liegenden Sporenanlagen sind entweder von Haus aus frei gelegen, oder sie wurden zum Teil erst bei der Präparation abgetrennt. In beiden Fällen ist ihr Erscheinen das Symptom eines abnorm lockeren Zusammenhanges der Sporenanlage mit dem Stäbchenplasma.

Diesen bekannten Vorgang sehen wir auch angedeutet in Fig. 38, 51, 52. Gewöhnlich werden bei mikro photographi-

schen Darstellungen sporulierender Bakterien solche Stellen vermieden, in denen sich derartige losgetrennte Sporenanlagen vorfinden, da sie eine verdächtige, allerdings nur morphologische Ähnlichkeit mit Kokken aufweisen. Kommt es in seltenen Fällen auch hier zur Entwicklung reifer endständiger Sporen? Gewifs! Man darf nur den Versuch der Züchtung auf dem genannten Nährboden nicht einige Male anstellen, sondern sehr oft. Geht man von Reinkulturen aus, so gelingt es dann gewifs jedem, auch vom Rauschbrandbacillus Bilder sporulierender Stäbchen zu erhalten, wie sie in Fig. 52 dargestellt sind. Auch hier (siehe oben) zeigen nicht selten die in den Köpfchen befindlichen Sporen ebenso wie vereinzelte freie Sporen bei Färbung mit Gentianaviolett ein zentrales gefärbtes Korn (nicht Kern). Das reichliche Auftreten von solchen Sporen, bezw. Sporenanlagen im Präparate ist jedenfalls wieder ein Symptom dafür, dafs diese Sporen sich anders verhalten als die unter anderen Umständen auftretenden (siehe Fig. 5 und 6).

Das Auftreten endständig versporender Stäbchen bei streng anaeroben Bakterien unter den angegebenen Bedingungen mufs aber für alle Fälle unsere Aufmerksamkeit erregen, da im allgemeinen bei diesen Bakterien die Sporenbildung auf Oberflächenrasen sehr selten erfolgt.[1]) Es sei hier bemerkt, dafs auch im Tierkörper an Stellen, wo Oberflächenwachstum auftritt (postmortal oder intravital), verhältnismäfsig selten sporulierende Stäbchen anzutreffen sind. (Siehe Fig. 30 Klatschpräparat von der Leberoberfläche eines an Rauschbrand eingegangenen Meerschweinchens).

Der sterile Rindermuskel eignet sich, wie wiederholt angeführt wurde, vortrefflich zur Verwendung als Hilfssubstanz bei der Züchtung des Rauschbrandbacillus. Insbesondere dient er einmal zur Erleichterung der Anpassung hochsporogener Rauschbrandrassen an viele unserer Nährböden. Führt er einerseits in

1) Es ist durchaus nicht angängig, als Grund für dieses Verhalten etwa schlechthin das Vorhandensein oder Fehlen von Sauerstoffspuren anzusehen, gerade so, wie es nicht angeht, die äufserst komplizierten Verhältnisse der Versporung einfach mit »Fehlen oder Vorhandensein von Zucker« zu erklären.

Kombination mit solchen zunächst zu üppig sich vermehrenden Vegetationen, so dient er anderseits, da wir durch Übertragung von solchen primären Kolonien auf sterilen Muskel meist reichliche sporulierende Zellen erhalten, zur Herbeiführung eines Zustandes, welcher Beibehaltung der Versporungsfähigkeit mit Anpassung im obengenannten Sinne vereinigt. Freilich darf man nicht glauben, dafs ganz allgemein durch die Übertragung auf sterilen Muskel jedesmal ein Rückschlag herbeigeführt werden mufs. Es gibt Sporen des Rauschbrandbacillus, bei deren Übertragung auf unsere Nährböden fast regelmäfsig dann, wenn üppige Vermehrung eintritt, die Anpassung an unsere Nährböden mit Verlust der Sporulierung verbunden ist.

Überträgt man Sporen in diesem Zustande (manches Originalmaterial — eingetrockneter Muskel — enthält bereits derartige Sporen) auf Muskel, so tritt üppige Vermehrung ein. Trotz Verwendung von reinem sterilen Muskel ist die Sporulierung nur eine mäfsige. Pasteurisiert man und überträgt neuerdings auf Muskel, so vermehren sich die aus den Sporen auskeimenden Stäbchen reichlich, aber sie sporulieren nicht mehr. Diese Verhältnisse sind insofern praktisch wichtig, als sie bei der Frage der Erzeugung wirksamer Toxine, wie später gezeigt werden wird, sehr ins Gewicht fallen. Spielt derart der Zustand der zur Aussaat verwendeten Sporen eine wichtige Rolle, so läfst sich weiters nicht verkennen, dafs auch die Beschaffenheit des sterilen Muskels nicht unwesentlich ist. So führt in manchen Fällen die Übertragung von Sporen auf Muskel in verschiedenen Versuchsreihen zu verschiedenen Resultaten, auch dann, wenn immer von demselben Reinmaterial ausgegangen wird.

Besonders eignen sich für diese Versuche Sporen oder junge Kulturen von solchen, die nach früheren Versuchen starke Neigung zum Übergang in Denaturierung verraten. 1. In einem Falle zeigt sich der mit dem genannten Material beschickte Muskel nach 24—48 Stunden stark maceriert, die rote Farbe ist dabei erhalten. Die mikroskopische Untersuchung zeigt das Bild einer sehr üppig entwickelten sporenfreien Generation. Man sieht plumpe dicke Stäbchen, welche nicht selten durch den Besitz einer Kapsel auffallen. Durch ihre Gröfse und Form erinnern

sie an die in Fig. 66 in geringer Anzahl vorhandenen plumpen Stäbchen. Sie gleichen ferner dem Bilde der in Präparaten aus Gasphlegmonen, »Schaumorganen« anzutreffenden Bacillen. Die Stäbchen färben sich mit Gentianaviolett meist intensiv, mit Jodlösung licht oder dunkelgelb. Solche Kulturen riechen häufig stark nach Buttersäure, die Reaktion ist stark sauer. 2. In anderen Fällen läfst das sterile Muskelstückchen keine Maceration erkennen. Der Muskel ist von einer schleimig fadenziehenden Schicht überzogen. Der Geruch ist brenzlich stechend. Beim Eintrocknen (Vaccum) der Muskelstückchen verflüchtigt sich dieser Geruch und es tritt wieder der Geruch nach Buttersäure hervor. Die mikroskopische Untersuchung ergibt das Vorhandensein von längeren Stäbchen und fast regelmäfsig sporulierenden Exemplaren. Die Spore liegt bald mittelständig, bald endständig, dabei ist das entsprechende Ende entweder nicht oder leicht aufgetrieben. 3. Selten (am häufigsten bei Verwendung von sterilem Meerschweinchenmuskel — ebenso liefs sich dieser Fall gelegentlich feststellen bei Übertragung von Gelatinekulturen auf Rindermuskel) zeigt sich der Muskel deutlich gequollen, am Rande durchscheinend. Der Geruch ist weniger brenzlich, ausgesprochen fäulnisartig, was nunmehr auch beim Eintrocknen hervortritt. Hier ist nicht selten die Sporulierung nur eine mäfsige, sie kann sogar fehlen.

Wir wollen hier gleich anschliefsen, dafs Muskel, auf welchen extrem üppige Sporulierung eingetreten war, unter Umständen fast keinen charakteristischen Geruch erkennen lassen. Die besprochenen Varianten liefsen sich so oft erzeugen und es würde ihr tatsächliches Bestehen so oft durch Kontrollversuche verifiziert, dafs es nicht bezweifelt werden kann.

Die morphologischen Verhältnisse der Kulturen in Milch und Serum bieten nichts irgendwie wesentlich Abweichendes von dem bereits Besprochenen. Das Schwergewicht liegt hier im biologisch-chemischen Verhalten, das auch für das Aussehen der Kulturen entscheidend ist.

Wir konnten im Laufe unserer Untersuchungen wiederholt feststellen, dafs bei der Anpassung des Rauschbrandbacillus an

unsere Nährböden unter Umständen eine wesentliche Veränderung des Zustandes herbeigeführt wird, die sich in der Bildung von typischen Oberflächenkolonien äufsert. Diese distinkten Kolonien enthalten im extremen Fall durchwegs unbewegliche geifsellose Stäbchen, die nunmehr die Fähigkeit der Versporung nicht mehr besitzen. Auf dem Wege von den primären Kulturen bis zu diesem Zustand erfolgt nun fast regelmäfsig eine eigentümliche Veränderung des pathogenen Verhaltens der Rauschbrandbacillen, welche grofses Interesse verdient. Infiziert man Meerschweinchen subkutan mit einem Stückchen von Rauschbrandtrockenmuskel, der hochvirulente Sporen enthält, so gehen die Tiere in 1—2 Tagen ein. Der »typische« pathologisch-anatomische Befund ist charakterisiert durch eine meist mäfsige Ansammlung hämorrhagisch-ödematöser Flüssigkeit im Unterhautzellgewebe. Die Muskulatur erscheint in verschiedener Ausdehnung hämorrhagisch infiltriert. Zur Bildung der umfangreichen, eigentümlichen schwarzroten, trockenen Muskelgruppen, welche beim Rauschbrand des Rindes so oft beobachtet werden, kommt es beim Meerschweinchen nicht. Von den übrigen Veränderungen soll uns hier nur das Auftreten von Gasblasen in den rauschbrandigen Geweben beschäftigen. Gasblasen fehlen entweder, oder sie sind in geringem Mafse vorhanden.

Ähnlich sind die Veränderungen, wenn wir Reinkulturen von Bacillen resp. Sporen im nicht denaturiertem Zustand zur Infektion verwenden. Legen wir aber von einer bereits isoliert stehenden Oberflächenkolonie Kulturen in Zuckeragar an und infizieren wir mit der 24 Stunden alten Kultur Meerschweinchen, so zeigen die Tiere bei der Obduktion ein wesentlich abweichendes Bild. Es treten die Hämorrhagien zurück, während Ödem- oder Gasbildung im Vordergrund der Erscheinung stehen. Hier entscheiden über den Ausfall des Experimentes Verhältnisse, welche wesentlich von der Art des ursprünglich verwendeten Rauschbrandtrockenmuskels abhängen. Es gibt Rauschbrandmuskel, deren abgeleitete asporogene Stäbchen fast regelmäfsig ein sehr rasch auftretendes sulziges Ödem hervorrufen. Die Tiere sterben in 24 Stunden. Diese Rauschbrandbacillenrassen sind nicht selten

dadurch gekennzeichnet, dafs sie selbst bei wiederholt durchgeführter Passage der Kulturen über Zuckeragar im partiell-denaturierten Zustand verharren. Dann beobachtet man Rauschbrandrassen, welche unter gleichen Umständen bei Meerschweinchen das foudroyante Auftreten einer sogenannten Gasphlegmone hervorrufen. Sehr häufig handelt es sich hiebei um Rassen, die zu einer plötzlich auftretenden, morphologisch weitgehenden Denaturierung führen. Entweder zeigt sich in diesen Fällen das Unterhautzellgewebe in grofser Ausdehnung von einer schaumig-ödematösen Flüssigkeit durchsetzt, oder es ist die Gasansammlung mehr umschrieben. Das Bild der Stäbchen, welches Präparate aus dem Gewebssaft aufweisen, ist ein verschiedenes. Bei reichlichem Ödem zeigen die Präparate meist spärliche Vegetation. Die vorhandenen Stäbchen sind meist zarter. Bei reichlicher Gasansammlung ist die Vegetation sehr reichlich. Sie besteht aus dicken, kurzen Stäbchen, die häufig Kapseln besitzen. Besonders reichlich finden sich die Stäbchen oft in dem breiig zerfallenden Gewebe, welches die Wandung der früher genannten umschriebenen Gashöhle bildet. Das genauere pathologisch-histologische Verhalten wird seinerzeit Herr Dr. Dömeny beschreiben. Hier handelt es sich nur um die Feststellung der Tatsache, dafs in dem einen Falle Ödem und geringe Vermehrung von dünneren Stäbchen, im anderen Falle reichliche Gasbildung und reichliche Vermehrung dicker Stäbchen den Prozefs charakterisieren. Übertragen wir vom Gewebssaft auf Agar oder Zuckeragarstich, oder giefsen wir Platten, so bekommen wir gewöhnlich reichliche Vegetation, entweder zeigen die Kulturen Stäbchen vom Typus des unbeweglichen Buttersäurebacillus, oder es erfolgt ein Rückschlag zur Sporulatiou.

Die Kulturen verlieren entweder bei langer Fortzüchtung ihre Virulenz oder (häufiger bei den Stäbchen der Gasphlegmoneform) sie verlieren sie bereits nach einigen Generationen. Auch die Übertragung von Tier zu Tier schützt bei abklingender Pathogenität nicht gegen den Verlust der Virulenz.

Durchmustert man eine grofse Reihe von Rauschbrandtrockenmuskeln, so findet man nicht selten solche, deren Verwendung als Infektionsmaterial bei Meerschweinchen von vorn-

herein zur Entstehung der oben genannten Prozesse führt. Es kann die Gasbildung reichlicher sein oder die Ansammlung von ödematöser Flüssigkeit besonders auffallend.

Bekanntlich wurde bis heute eine ganze Anzahl von anaeroben Bakterienarten beschrieben, welche bei Versuchstieren Gasphlegmone hervorrufen. Zum Teil handelt es sich bei diesen Arten um solche, die aus Gasphlegmonen oder ähnlichen Krankheiten des Menschen isoliert wurden, zum Teil um Bakterien, die aus sogenannten »Schaumorganen« stammen, ebenso gibt es auch in der Literatur anaerobe Bakterienarten, die neben Rauschbrandbacillen aus Rauschbrandkadavern, aus anderweitigen, mit Gasbildung im Gewebe einhergehenden Krankheiten verschiedener Art gezüchtet wurden. Zu diesen Bakterienarten gesellen sich als Genosse ein von Klein aus Milch gezüchteter Gasphlegmonebacillus, Gasphlegmonebacillen aus Erde, ebenso einige andere Bakterienarten, welche dem Ödembacillus mehr oder minder nahestehen. Die Stäbchen sind bald grofs, bald kleiner, bald unbeweglich oder schwach beweglich bis stark beweglich. Sie sind entweder leicht sporulierend, schwer sporulierend, oder ihr Versporungsvermögen wird nur aus der Methode der Isolierung vermutet. Nach den einen verläuft die Sporulierung mit Granulose (Klein hatte bereits vor unserer Kritik seines Bacillus sporogenes in einer zweiten Arbeit be seinem Bacillus Granuloseauftreten nachgewiesen, welche Literaturangabe von uns damals übersehen worden war), nach den anderen ohne Granulose; die einen der aus menschlichen Gasphlegmonen gezüchteten Stäbchen sind für Meerschweinchen stets pathogen (Fraenkel), die anderen sind wenig oder gar nicht pathogen. Die Kulturen riechen nach Buttersäure oder nach Fäulnisprodukten, oder gar nicht charakteristisch. Die isolierten Bakterienarten tragen die verschiedensten Namen. Einige der Autoren breiten über ihre Bakterienarten ängstlich schützend die Hände aus und wehren sich schweigend oder beredt bei jedem Versuch, ihre Schützlinge mit bereits beschriebenen Bakterienarten in eine Gruppe zu bringen. Die einen Autoren züchten nur auf zuckerfreien Nährböden, die anderen auf zuckerhaltigen. Die einen Bakterienarten verflüssigen die Gelatine, die anderen unterlassen

es. Die einen Arten bilden in Milch Gas, die anderen lassen diese Erscheinung vermissen oder zeigen sie nur über Aufforderung (Fraenkel). Einige verflüssigen sogar das bereits unter stürmischer Gärung ausgefällte Kasein. Die einen der Autoren isolieren mit Hilfe der Plattenmethode, die anderen bevorzugen die Kultur in der Eprouvette. Wie sollen wir alle diese Bakterienarten unterscheiden, von denen die einen gut, die anderen minder gut, die dritten sehr mangelhaft beschrieben sind?

Woran krankt unsere ganze anaerobe bakteriologische Wissenschaft? Wie ich glaube daran, dafs die meisten Bakterien von ihren Entdeckern nur »angeschnitten« werden. Man beschreibt einige Eigenschaften, dann bekommen sie ihren Namen, sie werden literaturfähig und bevölkern unsere Lehrbücher und Handbücher. Wir können sie aber nicht mehr herausbringen, weil sie zu wenig Eigenschaften besitzen. Wir können sie deshalb nicht vergleichen. Zu diesen Schwierigkeiten gesellen sich noch die in der Tat recht beträchtlichen Schwierigkeiten der Isolierung und des Studiums dieser anaeroben Bakterienarten. Diese Schwierigkeiten sind so bedeutend, dafs es ganz ausgeschlossen ist, beim ersten Ansturm ein richtiges Bild zu konstruieren. Jahrelang fortgesetzte Studien über einen kleinen Kreis von Bakterien reichen gerade aus, um diese halbwegs kennen zu lernen.

Wer soll uns nun im vorliegenden Falle den Weg zur Ordnung weisen? Der Rauschbrandbacillus!

Wir hatten seinerzeit nachgewiesen, dafs der unbewegliche Buttersäurebacillus gelegentlich bei Meerschweinchen Gasphlegmone erzeugt. Wenden wir uns nun von diesem unbeweglichen Buttersäurebacillus (vormals Granulobacillus etc.), den A. Fischer[1]) unter die sicheren und guten Buttersäurebacillen einreiht, zu dem besser beschriebenen unbeweglichen Zustand des Rauschbrandbacillus oder überblicken wir lieber nochmals das Bild des Rauschbrandbacillus, wie es im vorhergehenden entworfen wurde. Diese Bakterien befinden sich im rauschbrandkranken Tier in einem Zustande der Labilität. Aus diesem Zustand führen wir sie durch unsere Züchtungsmethoden bald in unbewegliche asporogene Bak-

1) Vorlesungen über Bakterien. 2. Auflage.

terien über, bald leiten wir durch Variation der Ernährung und übrigen Lebensbedingungen, durch Auswahl von Sporen (Pasteurisierung) etc. die Züchtung derart, dafs im einen Falle die Sporulierung mit Granuloseablagerung, im anderen Falle ohne solche vor sich geht. In einem dritten Falle sehen wir endständige Sporen auftreten. Und wie kompliziert werden die Verhältnisse erst, wenn wir die zahllosen Übergänge überblicken, bei welchen einige morphologische Eigentümlichkeiten bereits verloren gegangen sind (Übergang zum einen Extrem), während andere erhalten sind und den Zustand mit dem anderen Extrem verbinden. Nehmen wir nunmehr noch die abweichende Beschaffenheit des Chemismus hinzu, welche in den Extremen erkennbare Differenzen zeigen, in den Übergängen bald mit dem Auftreten jener, bald dieser Formen verbunden sind, dann führt uns die Einsicht in diese Fülle von Variationen einer einzigen Bakterienart bei der Züchtung auf verschiedenen Nährböden, bei der Züchtung auf gleichen Nährböden (wenn wir von verschiedenen, durch die vorausgegangene Behandlung erzielten Zuständen ausgehen) zu einer Frage. Unterscheiden wir die früher genannten zahllosen Bakterienarten der Literatur vielleicht nur deshalb, weil sie einseitig beschriebene Zustände einer in der Natur ungemein verbreiteten Bakterienart oder Gruppe sind? Unterscheiden wir sie deshalb, weil die einen von Ärzten, die anderen von Tierärzten, die dritten von Gärungsbakteriologen etc. isoliert und mit Spezialinteresse behandelt wurden? Weil bei den einen die Pathogenität für Tiere, bei den anderen diejenige für Menschen, bei den dritten die Gärungserscheinungen als Leistungen aufgefafst werden? Nehmen wir eine einzige Eigenschaft heraus, das pathogene Verhalten, so sehen wir bereits, wie wenig geeignet diese »Leistung« ist, um uns an sich einen Anhaltspunkt für die Spezifizierung von Arten zu gewähren. Wir verweisen auf die verdienstvolle Arbeit von Albrecht, der überzeugend nachgewiesen hat, dafs in vielen Fällen derartigen Bakterien, die mit voller Sicherheit als die Erreger aus Gasphlegmonen (Mensch) gezüchtet wurden, Pathogenität gegenüber Meerschweinchen so gut wie fehlte.

Es ist freilich bequem, eine Bakterienart zu beschreiben, dann aber zu verstummen oder die Augen zu verschliefsen, wenn

die Tatsachen dafür sprechen, dafs die erste Beschreibung unvollständig war. Verdienstvoller aber scheint es uns, unermüdlich weiter zu vergleichen, und sollte sich dabei selbst herausstellen, dafs mit Fortschreiten der Erkenntnis die späteren Arbeiten besser ausfallen als der Anfang. Es mag ja sein, dafs diese Auffassung manchem gesinnungslos erscheint, ein wenig Gesinnungslosigkeit ist aber der Anfang vom Fortschritt.

Kehren wir zu dem von uns seinerzeit beschriebenen unbeweglichen Buttersäurebacillus zurück. Den Ausgangspunkt unserer Isolierungsversuche bildete ein Verfahren, welches von Botkin seinerzeit angegeben worden war. Marktmilch wird in Patentbierflaschen gefüllt und nunmehr im Dampftopf unvollkommen sterilisiert. Stellt man die Flaschen nunmehr in den Brutschrank, so tritt sehr häufig stürmische Gärung auf. Legt man von einer solchen gärenden Milch Verdünnungen in Zuckeragar- oder Agarplatten an, so erhält man in der überwiegenden Zahl von Fällen Kolonien, wie sie von uns in der Arbeit über den Granulobacillus etc. beschrieben worden sind. Wir haben bereits seinerzeit mitgeteilt, dafs die Reinkulturen, welche von diesen Kolonien gewonnen werden, nur schwer zur Sporulierung zu bringen sind. Es erfordert komplizierte Methoden. Wir hatten angegeben, dafs die Übertragung in eine Anzahl von Röhrchen mit Nähragar, der in verschiedenem Mafse alkalisch gemacht war, zum Ziele führt. Die Alkalescenz ist entschieden vorteilhaft. Der Grad der Alkalescenz, bei welchem Versporung auftritt, ist, wie damals erwähnt, nicht bestimmbar und wie heute hinzugefügt werden soll, mag der Vorteil einer solchen Kulturserie hauptsächlich darin liegen, dafs man unter diesen Umständen nicht eine Kultur anlegt, sondern viele. Die Folge davon ist, dafs unter einer Anzahl von Kulturen eher eine zu finden ist, in welcher Sporulierung auftritt als bei einer einzigen. Es gelang uns aber nicht, die Sporulierung erblich zu machen. Die aus den Sporen ausschlüpfenden Stäbchen resp. die von diesen abstammenden Vegetationen konnten nicht halbwegs sicher neuerdings zur Versporung gebracht werden. Mit diesem Umstand hängt es zusammen, dafs die Verhältnisse der Versporung nicht

genauer studiert werden konnten. Berücksichtigt man aber die morphologischen Verhältnisse, die Formen der Stäbchen, die Formen der Kolonien, die chemischen Veränderungen, welche durch Aussaat von Reinkulturen des unbeweglichen Buttersäurebacillus in Milch etc. herbeigeführt werden, so läfst sich feststellen, dafs sie alle auffällig übereinstimmen mit den Erscheinungen, die wir bei dem denaturierten Zustand des Rauschbrandbacillus antreffen. Nimmt man einmal an, dafs die Reinkulturen, die aus der gärenden Milch (Botkin) gezüchtet werden, von Sporen beweglicher, versporungsfähiger Bakterien abstammen, die leicht denaturierbar sind, so begreift man auch, warum gerade aus Milchkulturen, die stürmisch gären, in den meisten Fällen durchwegs unbewegliche Buttersäurebacillen gezüchtet werden. Der Grund liegt darin, dafs unter der grofsen Zahl der aus den Sporen ausschlüpfenden Stäbchen diejenigen, bei welchen die Neigung zur Versporung am geringsten ist, sich am raschesten vermehren und in kurzer Zeit alle anderen Rassen verdrängt haben. Mit der reichlichen Vermehrung geht aber Versporungsfähigkeit und Beweglichkeit rasch erblich in Verlust. Giefst man nun von solchen Milchen unter strengster Anaerobiose Platten, so erhält man ausschliefslich Kolonien vom Typus des unbeweglichen Buttersäurebacillus, mit denen sich sofort neuerdings die stürmische Gärung in steriler Milch hervorrufen läfst. Und wie steht es mit dem Fraenkelschen Gasphlegmonebacillus, mit dem Schaumleberbacillus. Beide sind unbeweglich, beide nur schwer zur Versporung zu bringen. Auch diese Bacillen sind nur Zustände einer leicht denaturierbaren Bakterienart. Die Verhältnisse schaffen hier eine Art Botkinsches Experiment. Auf einem günstigen Nährboden bei entsprechender Temperatur entwickelt sich überaus reichlich eine Vegetation charakteristischer Bakterien, stürmische Gasentwicklung begleitet den eigentümlichen Prozefs. Es kann nicht daran gezweifelt werden, dafs eine besondere Beschaffenheit der Gewebssäfte die Disposition zur Anreicherung der durch eine Verletzung oder anderweitig (Schaumorgane) eingedrungenen Bakterien herbeiführt. Ich konnte seinerzeit als Prosektursadjunkt gelegentlich einen Fall von postmortal

entstehenden Schaumorganen beobachten, der hinsichtlich Raschheit der Ausbreitung seinesgleichen sucht. In wenigen Stunden waren bereits die Extremitäten aufgetrieben und es entleerten sich beim Einschneiden unter Knistern reichliche Mengen von Gas. Ich versuchte damals, ob durch Übertragung von Gewebsstückchen auf andere Leichenteile sich der Prozefs bei diesen weiter entwickle. Dies war nicht der Fall.

Leider standen uns in der letzten Zeit keine Fälle von foudroyanter Gasphlegmone zur Verfügung, die wir in der genannten Richtung hätten untersuchen können.

Lange Zeit asporogen fortgezüchtete Stämme dieser Bakterien sind aber wegen der Schwierigkeit der Herbeiführung einer reichlichen Versporung ungeeignet. Dagegen konnten wir an einem von Herrn Professor Kretz überlassenen Schaumleberfall nachweisen, dafs bei Übertragung der primären Kolonien (auch hier empfiehlt sich die Muskelzuckeragarmethode) auf geeignete Nährböden sich reichliche Versporung einstellt und die Beweglichkeit der Stäbchen wieder zum Vorschein kommt. Die Methode der Behandlung ist dieselbe wie beim Rauschbrand.

Es ist nun sehr lehrreich, wie die verschiedenen Zustände der Reinkulturen auch bei diesem Schaumleberbacillus (bei einigen von uns aus Erde, Kuhkot etc. gezüchteten Gasphlegmonebacillen, ferner bei einem uns von Dr. Passini überlassenen, aus Darminhalt gezüchteten Gasphlegmonebacillus) in ganz ähnlicher Weise wie beim Rauschbrandbacillus sich durch abweichende Formen, durch abweichende Sporulierung, durch abweichenden Chemismus, durch Abweichen der pathologisch-anatomischen Bilder verraten. Freilich waren wir bisher aufser stande, die einschlägigen Verhältnisse so eingehend zu studieren, wie dies beim Rauschbrandbacillus geschehen ist. Es würde auch hier zu weit führen, die bereits gewonnenen Erfahrungen ausführlich wiederzugeben.

Es soll nur an einem Beispiel demonstriert werden, wie enorm die Gröfsendifferenzen der Stäbchen einer Reinkultur bei einem Stamme sein können. Geht man wieder von Kolonien mit Stäbchen im halbdenaturierten Zustande aus, so bekommen wir beispielsweise bei Übertragung von derselben Kolonie auf

Agarstrich (streng anaerob) in 24 Stunden Stäbchen vom Aussehen desjenigen auf Fig. 51; auf demselben Nährboden oder noch besser auf Muskelschrägagar in 48 Stunden endständig sporulierende Stäbchen (siehe Fig. 52). Die Stäbchen von der erstgenannten Kultur waren lebhaft beweglich, Fig. 53 zeigt das entsprechende Geifselpräparat.

Übertragen wir auf Zuckeragarstrich (streng anaerob), so bekommen wir plumpe Stäbchen, vollkommen unbeweglich, mit Neigung zur Bildung von Ketten (siehe Fig. 16). Sehr lehrreich sind Zuckeragarstichkulturen, die von einer Kolonie (partiell-denaturiert) angelegt wurden. Es tritt hier (unter ähnlichen Umständen auch beim Rauschbrandbacillus) eine Art Dimorphismus auf, indem (oft fast ohne Übergänge) zarte und dicke Stäbchen sich in einer Kultnr (Fig. 54) entwickeln. Fig. 17 und 18 zeigen Präparate aus einer und derselben Kultur (Zuckeragarstrich, denaturiert). Das eine Präparat war mit Jod gefärbt, das andere mit Gentianaviolett. Die Stäbchen des Gentianaviolettpräparates zeigen kleine Lücken, die mit Jod gefärbten Stäbchen lassen bei Anwendung geeigneter Blaufilter auf der Platte das Bild einer Differenzierung erkennen, welche an dem Auftreten von spärlichen dunklen Körnchen zu erkennen ist. Was die Clostridienversporung anbelangt, so konnten wir dieselben Varianten wie beim Rauschbrandbacillus feststellen. Die früher ausführlich geschilderten Bilder müssen als Wegweiser dienen.

Bildet nach dem Vorhergehenden der Rauschbrandbacillus mit zahlreichen anaeroben Bakterienarten, welche Gasphlegmone erzeugen, eine Gruppe, so wäre es doch verfehlt, alle anaeroben Bakterienarten, die unter Umständen das Bild der Gasphlegmone erzeugen können, in diese Gruppe ohne weiteres einzureihen.

Als anscheinend leicht zu unterscheidende Bakterienart gilt der Bacillus des malignen Ödems. Wir hatten bereits vor Jahresfrist mitgeteilt, dafs der Ödembacillus nach seinem morphologischen und chemischen Verhalten eine Mittelstellung zwischen dem Rauschbrandbacillus und dem fäulniserregenden Buttersäurebacillus (dem Bienstockschen B. putrif.) einnimmt.

Eine solche Differenzierung ist, wie gleich vorausgeschickt werden soll, nur möglich, wenn man das Gesamtbild der Eigenschaften ins Auge faſst. Liegt nun auch nach allem das Schwergewicht der Unterscheidung in dem chemisch-biologischen Charakter des Ödembacillus, so läſst sich doch nicht verkennen, daſs auch die morphologischen Verhältnisse wichtige Anhaltspunkte für die Charakterisierung dieser Bakterienart geben. Freilich liegt auch hier wieder die Sache so, daſs man nicht etwa zwei Bilder von Präparaten des Rauschbrandbacillus und des Ödembacillus einander gegenüberstellen darf, um nun aus dem Vergleiche das Urteil zu fällen: »Der Rauschbrandbacillus ist etwas gröſser als der Ödembacillus oder umgekehrt.«

Versuchen wir lieber, auch vom Ödembacillus, wenn auch nur in flüchtigen Umrissen, ein Bild zu entwerfen. Die von uns eingehender studierten Stämme waren zum Teil selbst gezüchtet (Anreicherung aus Erde in der üblichen Weise), zwei Stämme erhielten wir durch Isolierung aus Peritonealflüssigkeit kolikkranker Pferde (für die Überlassung des Materials sagen wir Herrn Dozenten Dr. Hardtl wärmsten Dank). Ferner verfügten wir über eine Kultur des Vibrion septique aus dem Pasteurschen Institut, endlich über einen Stamm, den Herr Professor Ghon aus einem Falle von »Gasbrand« isoliert und uns in liebenswürdiger Weise überlassen hatte. Sämtliche Kulturen waren für Meerschweinchen hoch pathogen. Die Tiere gingen nach Injektion von Reinkulturen in 24—48 Stunden ein und zeigten den typischen Befund (ausführliche Beschreibung folgt später durch Herrn Dr. Dömeny) eines ausgebreiteten hämorrhagischen Ödems. Zwei Umstände erleichtern die Züchtung und das Studium des Ödembacillus ungemein. Einerseits ist die Virulenz sehr konstant, sie verliert sich nur unter besonderen Bedingungen, von denen später noch die Rede sein wird, zweitens wird die Neigung zur Sporenbildung hartnäckig festgehalten. Als Ausgangspunkt der Beschreibung diene uns wieder das Aussehen der Bacillen in dem Saft von Organen. Das Präparat, welches in Fig. 49 abgebildet ist, hat folgende Vorgeschichte. Ein hochvirulenter Stamm (Kolikflüssigkeit) war einem Meerschweinchen

subcutan einverleibt worden. Das Meerschweinchen verendete in 24 Stunden.

Der nach dem Tode steril entnommene Gewebssaft wurde einem Kuhkalb subcutan infiziert.[1]) Es entwickelte sich ein von der Injektionsstelle ausgehendes Ödem des Unterhautzellgewebes. Das Tier erkrankte unter Auftreten schwerer Allgemeinerscheinungen und verendete nach 4 Tagen. Bei der Obduktion beherrschte das Bild eine überaus charakteristische Veränderung ausgedehnter Partien der Skelett- und Rumpfmuskulatur. Diese war in grofsem Umfang in eine schwarze, trockene, von Gasblasen durchsetzte Masse umgewandelt und sah demnach ähnlich aus wie die bekannten Muskelherde, die man in Rauschbrandkadavern antrifft. Herzfleisch, Leber, Nieren boten aber das typische Bild von Schaumorganen. Höchst auffällig war es nun, dafs sämtliche derart veränderten Organe einen intensiven Geruch nach fuselhaltigem Branntwein verbreiteten. Dieser Geruch machte sich bereits bei dem Betreten des Seziersaales geltend. Die mikroskopische Untersuchung zeigte allerorts ein gleichartiges Bild. Es fanden sich überall Stäbchen mit Sporen. (Schaumorgane und versporende Stäbchen!) Die aëroben Kontrollkulturen blieben steril. Aus den Organen wurden typische Ödembacillen in Reinkultur isoliert. Fig. 49 zeigt uns ein mit Gentianaviolett gefärbtes Deckglaspräparat. Wir finden fast kein Stäbchen, das nicht bereits durch die Plasmadifferenzierung den Eintritt der Sporenbildung anzeigt. In einzelnen Stäbchen ist die Spore bereits entwickelt. Sie sitzt dem einen Ende des Stäbchens nahe. Die Spore ist oval. Das Stäbchen zeigt an der Stelle, wo die Spore sitzt, keine Auftreibung.

Die Isolierung des Ödembacillus gelingt in den meisten Fällen anstandslos auf gewöhnlichem Agar, Zuckeragar oder Gelatine. Es liegen hier zweifellos geringere Schwierigkeiten vor als beim Rauschbrandbacillus. Sollten sich solche ergeben, so führt die Muskel-Zuckeragarmethode sicher zum Ziele. Wir giefsen Agar- oder

1) Kulturen von drei anderen Stämmen, Rindern subkutan injiziert, riefen keine Krankheitserscheinungen hervor.

Zuckeragarplatten (streng anaerob) und erhalten gewöhnlich in 24 Stunden bereits mit freiem Auge sichtbare tiefe Kolonien, die im allgemeinen seltener wetzsteinförmig und mit geringen Ausläufern versehen sind. Meist entwickeln sich Kolonien, die aus einem dichteren oder lockeren Flechtwerk von haar- oder strangförmigen Gebilden bestehen und in die Umgebung zahlreiche feine Ausläufer entsenden. Brechen die Kolonien an die Oberfläche durch, so bilden sich zarte Oberflächenrasen von wechselnder Ausdehnung. Die mikroskopischen Präparate von solchen Kulturen zeigen verschiedene Bilder. Wir wollen diese nicht beschreiben, sondern gleich versuchen, ob es uns nicht gelingt, gut entwickelte Oberflächenrasen zu bekommen, die zur Anfertigung von Klatschpräparaten (sofort nach dem Herausnehmen der Schalen) geeignet sind. Wir nehmen einige unserer Stämme (Sporenmaterial), geben mit einer Platinnadel eine geringe Menge von diesem oder von entsprechenden Agarkulturen etc. auf die Mitte der Oberfläche je eines erstarrten Agars (Schale) und versorgen die Schalen in der Glocke. Schon bei diesen Vorversuchen fällt uns auf, dafs die verschiedenen Stämme (Zustände) sehr ungleich geeignet sind, zur Entwicklung von Oberflächenrasen zu führen. Es bildet sich entweder nur ein kleiner Vegetationsherd in der Umgebung der Impfstelle, oder es kommt zur Ausbildung ausschwärmender Vegetationen, die als meist z a r t e r Rasen die Oberfläche bedecken. Fig. 37 zeigt das Klatschpräparat einer derartigen, 24 Stunden alten Agarkultur. Die Stäbchen sind verschieden lang, in der Dicke ziemlich gleichmäfsig, sie zeigen keine Neigung zur Bildung von Scheinfäden, sie verhalten sich beim Eintrocknen des Präparates ablehnend gegen die Plasmolyse, ihr Plasma ist ganz gleichmäfsig gefärbt. Sie sind, wenigstens morphologisch betrachtet, normal.

Derartige Vegetationen sind nicht leicht zu erhalten. In vielen Fällen bekommen wir unter sonst gleichen Bedingungen in 24 Stunden Rasen mit Stäbchen, welche ausgesprochene Neigung zur Kettenbildung zeigen, daneben aber sehr ungleich dicke Individuen aufweisen, keulenförmige, spindelförmige, wie solche auf Fig. 38 zu sehen sind. Im vorliegenden Falle (Fig. 38)

war dem Agar 2‰ Maltose zugesetzt worden. Manche Stämme (es handelte sich um solche mit sehr energischer Neigung zur Versporung) führen bei Übertragung auf Zuckeragarplatten (in der vorgeschilderten Weise) zu Vegetationen mit ganz abnormen Formen. Fig. 41 zeigt ein Klatschpräparat eines derartigen, 48 Stunden alten Oberflächenrasens. Das Präparat, mit Jod gefärbt, wurde dunkelbraun. Die Zellen sind in überaus grofser Zahl in monströse Spindeln und kolbig verdickte Gebilde umgewandelt. Der Zellinhalt erscheint in diesen mit Jod behandelten Präparaten tief dunkelviolett gefärbt. In diesen abnormen Zellen ist alles voll von Reservesubstanz. Unter sonst anscheinend gleichen Verhältnissen weichen diese hochsporogenen Rassen des Ödembacillus unseren Versuchen, sie auf Agar oder Zuckeragar zur ordentlichen Vegetation zu führen, in anderer Weise aus. Es bilden die Zellen unter Verdickung Verzweigungen, wie sie etwa beim Diphtheriebacillus vorkommen (Fig. 42). Schon wieder ein Vorgang, den die einen als Fortschritt, die anderen als Krankheit auffassen. Jedenfalls ist es interessant, dafs hier die Abweichung vom Normalen unter gleichen Verhältnissen das eine Mal zur Granulose, das andere Mal zur Verzweigung führt.

Eine Linie mehr am einfachen Stäbchen, und wir sind in Verlegenheit, ob wir nach links oder rechts blicken müssen! Sehr häufig sind Übertragungen von solchen Oberflächenrasen auf andere Nährböden erfolglos. Solche Kulturen sind oft nur zu retten, wenn wir sie auf sterilen Rindermuskel übertragen. Hier tritt prompte Versporung ein. Wir gehen wieder in ganz gleicher Weise vor wie bei dem Rauschbrandbacillus und erzielen bei Verwendung sterilen Rindermuskels in 2—3 Tagen eine reichliche Menge von freien Sporen. Das Material wird zentrifugiert, mit steriler Kochsalzlösung gewaschen, wieder zentrifugiert. Auf den Bodensatz füllen wir sterile Bouillon, welche mit sterilem Prefssaft von rohem Fleisch versetzt ist. Wir verwahren die Eprouvette im Buchnerrohr und geben dieses in den Brutschrank. Nach 1 Stunde öffnen wir und zentrifugieren die ganze Vegetation wieder heraus. Fig. 43 zeigt uns das zum Auskeimungsversuch benutzte Ausgangsmaterial. Die Sporen sind nicht gefärbt. Wie

an den Bildern ersichtlich, nehmen wir von der Sporenfärbung prinzipiell Umgang. Das ablehnende Verhalten gegen Gentianaviolett, die Verhältnisse der Lichtbrechung und die Form charakterisieren die Sporen genügend als solche. Wo dies alles nicht ausreicht, hilft auch die Sporenfärbung nichts. Nach 1 Stunde ist unter den angegebenen Verhältnissen bereits die gröfste Zahl der Stäbchen ausgeschlüpft. An der Fig. 44 sind die Sporenkapseln deutlich zu sehen. Manche derselben zeigen am geschlossenen Pol eine mit Gentianaviolett färbbare Zone, nicht selten sieht man hier zwei Konturen. Die ausschlüpfenden Stäbchen sind zum Teil bereits beweglich. Reichliche Entwicklung von Geifseln zeigen aber die Stäbchen in der Regel erst in älteren Kulturen (10—24 Stunden). Die Zopfbildung tritt sehr häufig auf. Interessanter als die letztgenannten, bereits vielfach beschriebenen Verhältnisse der Sporenauskeimung und der Geifselbildung des Ödembacillus ist das Verhalten der Stäbchen während der Sporenbildung, speziell wenn diese auf dem eben genannten Nährboden, auf sterilem Rindermuskel vor sich geht. Recht zu beachten und für die Differentialdiagnose verwertbar ist die Tatsache, dafs solche Kulturen einen nicht unangenehmen, ätherisch-aromatischen Geruch aufweisen. Der Prozefs der Sporenbiidung verläuft im allgemeinen ganz ähnlich wie beim Rauschbrandbacillus, doch erhielt ich fast niemals Bilder vom Aussehen des Stadiums der Sporenanlage, wie es für den Rauschbrandbacillus Fig. 4 zeigt. Sehr häufig fand ich in derartigen Präparaten Stäbchen, die sich anders verhalten. Es zeigt sich nämlich hier im gefärbten Präparate nicht ein einzelner als Sporenanlage zu deutender Plasmaballen, sondern ein zweites meist kleineres Gebilde am entgegengesetzten Ende. Noch deutlicher tritt dies hervor, wenn wir zum Muskel vor der Verwendung Zucker geben (einige Tropfen 5proz. Dextrose- oder noch besser Maltoselösung). Ein derartiges Bild (24 Stunden alte Muskelzuckerkultur) des Ödembacillus zeigt uns Fig. 40 (Färbung mit Gentianaviolett). In einigen der Stäbchen hat sich die Sporenanlage bereits zur Spore entwickelt. Die zweite Sporenanlage (?) des Stäbchens (Doppelstäbchens mit unvollkommener

Spaltung?) scheint gewöhnlich zu verkümmern. Daneben finden sich reichlich anderweitige Abnormitäten. Präparate aus solchen Kulturen, die mit Jod gefärbt wurden, zeigen, dafs diese versporenden Zellen reichlich jodfärbbare Substanzen enthalten (siehe Fig. 39). Es zeigen sich hier neben den gewöhnlichen Clostridien, wie wir sie auf Fig. 11 (Rauschbrandbacillen) sehen, solche, die an beiden Polen einen ovalen oder rundlichen ungefärbten Körper enthalten, deren einer gröfser ist als der andere. Dabei sind nicht selten die einander zugewendeten Pole dieser Körper exzentrisch verschoben. Diese Clostridienform scheint mir für den Ödembacillus nicht charakteristisch, aber pathognomonisch zu sein, da wir sie unter diesen Umständen überaus häufig antreffen. Sie findet sich auch sehr häufig in Präparaten aus der Ödemflüssigkeit, bezw. aus den Muskeln der an malignem Ödem eingegangenen Tiere und ist selbst in manchen Fällen in Klatschpräparaten von der Leberoberfläche anzutreffen. Sehr häufig zeigen die Clostridien in den Präparaten der oben genannten Muskelzuckerkulturen bei Jodfärbung rotbraune Granulose. Blauviolett oder braunviolett sind hingegen oft die monströsen Formen (Fig. 41) gefärbt. Ebenso können die Clostridien aus dem Tierkörper dunkle Farbentöne bei Jodfärbung zeigen. Vergleichen wir diese Beschreibung der Granulose des Ödembacillus mit dem bei dem Rauschbrandbacillus mitgeteilten, so ergeben sich Unterschiede, die allerdings durch Ausnahmen einigermafsen verwischt werden. Immerhin wäre es sehr interessant, dieses Verhalten genauer zu verfolgen und insbesondere im Zusammenhang mit der Tatsache zu studieren, dafs der Ödembacillus anscheinend nicht dauernd denaturiert werden kann, dafs er gröfsere Neigung zum Beibehalten der Versporungsfähigkeit besitzt, dafs weiters auch die Art seiner Ausscheidungen (in flüssigen Nährböden, die gärfähiges Material enthalten) ihn immerhin in erkennbarem Grade von der Gruppe der Buttersäurebacillen entfernt und der Gruppe der exquisit fäulniserregenden anaeroben Bakterien nähert.

Bekanntlich wird es für den Ödembacillus als sehr charakteristisch angesehen, dafs er im Meerschweinchen (vorwiegend

postmortal) reichliche Vegetationen auf der Peritonealoberfläche erzeugt, die durch Auftreten von langen Scheinfäden gekennzeichnet sind.[1]) Fig. 47 zeigt ein solches Klatschpräparat der Leberoberfläche. Nicht selten sahen wir aber in solchen Klatschpräparaten auffallend dicke Stäbchen, die uns einigermaſsen an denaturierte Rauschbrandbacillen erinnern. (Fig. 48.)

Finden wir in diesen und anderen Fällen bereits eine vorübergehende Abnahme der Neigung zur Versporung, eine Abnahme der Beweglichkeit und Auftreten abnorm dicker Stäbchen, so lassen sich, wenn wir die beim Rauschbrand gewonnenen Erfahrungen berücksichtigen, mit einiger Mühe auch beim Ödembacillus partiell denaturierte Vegetationen herbeiführen. Man erzielt Kulturen (Zuckeragar, Zuckerbouillon), die reichliche Gasentwicklung zeigen, die morphologisch durch Auftreten von dickeren Stäbchen und Scheinfäden charakterisiert sind. Man erzielt sogar (selten) distinkte Oberflächenkolonien vom Aussehen der Kolonien des denaturierten Rauschbrandbacillus. Bemerkenswert ist es nun, daſs unter Umständen die Infektion von Meerschweinchen mit solchen vorübergehend denaturierten Stäbchen zu Prozessen führt, welche durch Zurücktreten des hämorrhagischen Charakters der Ödeme, durch reichliche Gasbildung etc. als Gasphlegmonen imponieren.

Doch ist es uns niemals gelungen, den Ödembacillus dauernd in den denaturierten Zustand überzuführen. Es erfolgt immer wieder Rückschlag in den gewöhnlichen Zustand. Beachtenswert ist das Verhalten der Kulturen des Ödembacillus in Gelatine, Milch, Serum. In weitaus den meisten Fällen erfolgt in den Gelatinekulturen (man mag von was immer für einen Zustand ausgehen) rasche Peptonisierung. Vergleicht man eine groſse Anzahl von Kulturen des Rauschbrandbacillus (Herzblut!), des Ödembacillus und eines Stammes des harmlosen fäulniserregenden Bienstockschen Bacillus, so kommt man zu dem Eindruck, daſs die Geschwindigkeit und Intensität der Verflüssigung in Kulturen

1) Es spielen jedenfalls besondere Verhältnisse eine Rolle. So ist es bemerkenswert, daſs die Leberoberfläche des früher erwähnten Ödem-Rind-Kadavers keinen Rasen, sondern nur vereinzelte Stäbchen aufwies.

des Ödembacillus etwa die Mitte hält zwischen den diesbezüglichen Eigenschaften der beiden anderen genannten Bakterienarten. Fig. 50 zeigt eine 5 Tage alte Gelatineschalenkultur des Odembacillus (22°). In Stichkulturen gestaltet sich das Bild etwa folgendermafsen: Die Vegetation entwickelt sich entlang dem Einstich in Form von weifslichen Kügelchen, die bald zu einem sackförmigen Gebilde konfluieren. Die Gasbildung ist (zum Teil, da die Gasblasen entweichen können) eine mäfsige.

In manchen Fällen kommt es zur Bildung von Ausläufern. Diese sind, entsprechend der rascher einsetzenden Verflüssigung, gröber als diejenigen beim Rauschbrandbacillus, wulstig-lappenförmig. Zusatz von Zuckerlösung (2%) in der Gelatine führt zu einer Verzögerung der Verflüssigung in den Gelatinen, was in Parallelkulturen mit und ohne Zucker hervortritt. Fig. 63 zeigt eine 6 Tage alte Gelatinestichkultur, Fig. 65 eine ebensolche, 8 Tage alte eines anderen Stammes, Fig. 64 eine 8 Tage alte Zuckergelatinekultur. Das Verflüssigungsvermögen konnte beim Ödembacillus bisher nicht durch Passage über Zuckergelatine etc. zum Schwinden gebracht werden.

Ganz regelmäfsig tritt in Serumkulturen eine besondere Form der versporenden Zellen auf, die seinerzeit v. Hibler bei anaëroben Bakterien beobachtet hat. Die Spore sitzt endständig an dem gewöhnlich sehr schlanken Stäbchen. Freie Sporen und Köpfchensporen zeichnen sich durch ihre in weitem Mafse variierende Gröfse aus. Insbesonders trifft man auffallend viele kleine runde Sporen (Fig. 45). Sehr häufig zeigen die gefärbten Präparate (Gentianaviolett) innerhalb der Spore ein zentral gelegenes Korn (Fig. 46).

Nachdem im vorhergehenden die Beziehungen des Ödembacillus zu dem Rauschbrandbacillus, soweit sie morphologisch und kulturell zu verfolgen sind, mit Hervorhebung einiger uns wichtig erscheinender Eigenheiten gestreift wurden, fragen wir nach der systematischen Stellung der genannten Bakterien. Wir wollen diese Frage, soweit sie den Ödembacillus betrifft, in suspenso lassen, da sie besser im Zusammenhang mit der Besprechung des dem Ödembacillus näher stehenden Bienstockschen Bakteriums erörtert werden kann. Etwas eingehender

müssen wir uns mit der Gruppe des Rauschbrandbacillus und seiner Verwandten beschäftigen und hier handelt es sich besonders um die Frage: Sind diese Bakterien insgesamt dem »Amylobakter« anzuschliefsen und wie sollen wir die ganze Gruppe benennen? Statt einer Antwort wieder eine Frage. Wie gewinnen wir die Amylobakterarten? Wir isolieren mit Hilfe einer Reihe von natürlichen oder experimentell erprobten Anreicherungsverfahren aus gärenden Flüssigkeiten streng anaerobe Bakterien, die neben den charakteristischen chemischen »Leistungen« bestimmte morphologische Merkmale aufweisen, vor allem die Eigentümlichkeit, unter Bildung von Clostridien zu versporen. Weiters verlangen wir von diesen Bakterien, dafs sie lebhaft beweglich sind und bei den verschiedenen Züchtungsverfahren auch bleiben. Erfüllen sie die letztgenannte Bedingung nicht, dann schalten wir sie von vornherein aus. Wie steht es aber mit der Clostridienbildung? Ist diese Eigenschaft geeignet, zur Nomenklatur verwendet zu werden? Die Ansichten sind auch unter den Berufenen verschieden. Sehen wir uns einmal ein »typisches Clostridium« an, wie es beispielsweise A. Fischer in seiner neuen Auflage der »Vorlesungen über Bakterien« abbildet (zeichnet).

Dieses Clostridium (Herr Fischer wird uns diese harmlose Kritik nicht übelnehmen) ist ein echtes systematisches Clostridium. Das heifst: Es vereinigt alle guten Eigenschaften in einer Person. Es ist wohlgenährt, enthält eine reife Spore und bei alledem einen Schmuck von zahlreichen kräftigen Geifseln. Nun ist es ja richtig, dafs bei jenen harmlosen Buttersäurebacillen, die wie die Amylobakterarten auch unter allen möglichen sonst hinderlichen Verhältnissen ihre Beweglichkeit beibehalten, die Geifseln auch im Stadium der Clostridienbildung nicht verloren gehen.[1]) Aber man kann sich doch leicht überzeugen, dafs im allgemeinen auch bei diesen Bakterien der Geifselschmuck am schönsten entwickelt ist, wenn sie sich in

1) Beweis einer grofsen Anpassungsfähigkeit. Die Clostridien des Rauschbrandbacillus zeigen gewöhnlich nur 3—4 Geifseln. Sie sind sehr häufig geifsellos.

granulosefreiem Zustande befinden, dafs überdies die Geifseln der Zelle, die bereits eine Spore entwickelt hat, schlechter beizbar, schlechter färbbar sind. Ausnahmen mögen vorkommen. Aber im allgemeinen nimmt mit dem Zunehmen der Reservesubstanz die Beweglichkeit ab. Demzufolge ist die Perücke des typischen Clostridiums zu beanstanden. Weiters konnten wir aber nachweisen, dafs die Versporung der Amylobakterarten auf sterilem Muskel ganz ohne Clostridienbildung einhergeht. Ähnliche Erfahrungen liegen auch anderweitig vor. Es fragt sich nun, welche Art der Versporung wollen wir als die normale bezeichnen. Diejenige, die wir unter den von uns gestellten Bedingungen am häufigsten oder liebsten sehen? Freilich kommen wir mit dieser verfänglichen Frage wieder auf ein bedenkliches Gebiet, da ja unser ganzes System der Bakterien auf Interessenpolitik aufgebaut ist, sowohl was Formen als auch was Leistungen betrifft. Zum Teil ist vielleicht die Schuld an diesen Verhältnissen dem Umstand zuzuschreiben, dafs wir unsere Bakterien noch viel zu wenig kennen. Es wäre zum Beispiel sehr interessant, die verschiedenen Arten der Versporung einer Bakterienart genauer zu untersuchen und zu prüfen, welche Sporen am widerstandsfähigsten gegen Erhitzung sind. Dies müfste unter genauer Kontrolle der morphologischen Bilder geschehen, und es wären weiters die äufserst komplizierten Zustände, die durch Vererbung und Anpassung geschaffen werden, eingehend zu berücksichtigen. Wir wollten bereits im Anfang unserer Untersuchungen derartige Experimente unternehmen, doch liefs uns bald die Erkenntnis, dafs wir nach dem damaligen Stande unseres Wissens der Untersuchung dieser schwierigen Frage, welche noch durch die Nebenumstände (Art der Konservierung, Einflufs des umgebenden Mediums, Reaktion etc.) kompliziert wird, nicht gewachsen waren, die Versuche wieder aufgeben. Was hat es für einen Zweck, an der Uhr Minuten abzulesen, wenn die Voraussetzungen für eine exakte Untersuchung infolge der zahlreichen, zum Teil unbekannten Möglichkeiten, nicht gegeben sind? Später ist uns leider für diese Versuche keine Zeit geblieben. Noch aussichtsreicher aber und einwandsfreier sind

vielleicht Versuche über die Feststellung der auskeimungsfähigen Sporen. Wir konnten beim Rauschbrandbacillus nachweisen, daſs die Sporen, welche ohne Granulose zu stande kommen, in gröſserer Zahl auskeimen als Clostridiensporen. Jedenfalls bieten derartige Fragen ein weites Feld für Untersuchungen und wir sollten nicht versäumen, die wenigen Anhaltspunkte für die Beurteilung biologisch verschiedenen Verhaltens, welche uns die Natur an die Hand gibt, nach Kräften auszunutzen.[1])

Wenn wir dann einmal unsere Bakterienarten genauer kennen, kommen wir vielleicht so weit, daſs wir »einige Arten« streichen können. Der Ausbau des Systems ist nicht unsere Aufgabe, sondern Aufgabe der Botaniker, um die wir sie nicht beneiden. Wir sind keine Baumeister. Unsere Aufgabe liegt auf einem anderen Gebiet. Unsere Stärke liegt im Erkennen von Schwächezuständen. Und wenn wir uns einmal durch unsere Brille das systematische Gebäude[2]) ansehen, so glauben wir, bereits an den Mauern einige Sprünge zu erkennen. Die Zimmer sind etwas enge, die Fenster klein, das Licht dringt meist nur von einer Seite ein. Und blicken wir auf das Dach mit seinen zahllosen Schnörkeln, Spitzen und Türmchen, die auf idium — inium — ilium endigen, so scheinen sie uns bedenklich zu wackeln.

Daran ist nichts zu ändern. In der Hauptsache trifft die gesinnungslosen Bakterien die Schuld. Wir müssen den Zustand als Provisorium ansehen. Vielleicht können wir ihn erträglicher machen. Öffnen wir Fenster und Türen, damit das Licht überall eindringt und die Gegenstände von allen Seiten beleuchtet. Sehen wir dann auch die Dinge durch unsere Brille immer noch in einer Farbe, so ist doch durch das Verschwinden einiger Kontraste viel erreicht. Doch ich will Farbe bekennen. Meine

1) Es möge an dieser Stelle hervorgehoben werden, daſs anscheinend auch bei der Verschiedenheit des Verhaltens gegenüber der Gramfärbung, wie sie verschiedenen Zuständen der in Betracht gezogenen anaëroben Bakterien zukommt, die in dieser Arbeit hervorgehobenen Differenzen, welche durch verschiedene Ernährung etc. bedingt sind, eine Rolle spielen.

2) Dies gilt selbstverständlich nur von dem bakteriologischen System.

Losung lautet: Achtung vor dem Stäbchen, Mitleid mit der Zelle. Achtung vor dem freien, einfachen, langweiligen, geraden Stäbchen mit seinem gleichförmigen Plasma, mit seiner Abneigung gegen die Befolgung der (osmotischen) Gesetze. Achtung vor dem Stäbchen, das alle diese Eigenschaften vereinigt. Mitleid mit dem Stäbchen, wenn es anschwillt, einlagert, in Ketten und Fäden seine Selbständigkeit aufgibt oder willig den Gesetzen gehorcht. Und wie sollen wir es denn mit den krankheitserregenden Bakterien halten?[1]) Was sollen wir von dem gefährlichen Rauschbrandbacillus denken?

Wir isolieren den Verbrecher sorgfältig, wir untersuchen ihn eingehend und behandeln ihn liebevoll. Wird er dann wegen seiner Missetaten justifiziert, wohnen wir dem Akte bei, die Uhr in der Hand und sagen: »Richtet ihn, doch mefst ihm keine Schuld bei. Er war abnorm.« Das ist ärztlicher Beruf.

Bemerkungen zu den Tafeln.

Die Aufnahmen von Präparaten bei mehr als 1000facher Vergröfserung sind mit Ausrufungszeichen versehen. Es handelte sich hier um Strukturdetails, die bei 1000facher Vergröfserung auf der Mattscheibe nicht deutlich erkennbar waren, so dafs eine befriedigende Einstellung erst bei 1500 bis 2000facher Vergröfserung gelang. Im übrigen ist an dem Prinzip der Normalvergröfserung von 1000 festgehalten.

J bezeichnet Färbung mit Jodlösung,
G » » » Gentianaviolett,
E » » nach v. Ermenghem,
A » Differenzierung mit Alkohol,
U » »ungefärbt«.

Die nachfolgende Tabelle gibt an, auf welchen Textseiten die einzelnen Bilder besprochen werden.

R bezeichnet Rauschbrandb.,
G » Gasphlegmoneb.,
Ö » Ödemb.

1) Die abstruse Anschauung von Vegetariern und Genossen, dafs wir die krankheitserregenden Bakterien nicht vernichten dürfen, und dafs es deshalb keine solchen gibt, entspringt einer edlen Gesinnung. Doch diese Leute können die Uhr nicht ablesen. Soweit sind wir noch lange nicht mit der Ordnung, Reinlichkeit und Erkenntnis, dafs wir auf die Desinfektionsmittel verzichten könnten.

R 1	17, 18, 44
R 2	17, 18, 44
R 3	18
R 4	19, 20, 44, 68
R 5	20, 33, 52
R 6	52, 20, 33, 35, 39
R 7	23, 32, 43, 44
R 8	21, 34, 35, 43
R 9	12, 21, 22, 23, 24, 34, 35, 43
R 10	23, 25, 38
R 11	24, 25, 33, 34, 38, 43, 69
R 12	26, 34, 38
R 13	26, 38
R 14	25, 47, 48
R 15	25, 48
G 16	29, 63
G 17	63
G 18	14, 63
R 19	27, 29
R 20	29, 43
R 21	29, 30, 31, 43
R 22	29, 30
R 23	30, 31
R 24	35, 44
R 25	44
R 26	44
R 27	44
R 28	33
R 29	34, 35
R 30	53
R 31	11, 13
R 32	17
R 33	17
R 34	13, 17, 44
R 35	13
R 36	17
Ö 37	66
Ö 38	51
Ö 39	69
Ö 40	68
Ö 41	67, 69
Ö 42	67
Ö 43	67
Ö 44	68
Ö 45	71
Ö 46	71
Ö 47	70
Ö 48	70
Ö 49	65
Ö 50	71
G 51	51, 63
G 52	51, 63
G 53	63
G 54	63
R 55	48
R 56	48
R 57	47
R 58	49
R 59	49
R 60	49
R 61	49
R 62	49
Ö 63	71
Ö 64	71
Ö 65	71
R 66	6, 19, 22, 45, 44, 54
R 67	51
R 68	50
R 69	50
R 70	13

B. Chemisch-biologisches Verhalten des Rauschbrandbacillus und des Ödembacillus.

Von

A. Schattenfroh.

Im Verlaufe unserer bisherigen Untersuchungen über die Erreger der anaeroben Buttersäuregärung hat sich die Möglichkeit bezw. das Bedürfnis herausgestellt, eine Anzahl von Bakterien, die bisher unter eigenen Namen geführt wurden, in Gruppen zu vereinigen.

Es geschah dies nicht so sehr aus Bequemlichkeitsrücksichten, als weil wir in der Variabilität der Bakterien überhaupt, speziell der pleomorphen Buttersäurebacillen, eine ausreichende Erklärung für geringfügige Unterschiede und Abweichungen vom Typus sahen, und es uns ein Fortschritt schien, der dem ersehnten natürlichen Systeme zuleiten mufste, — gegenüber den zahlreichen Versuchen der einzelnen Autoren, zu spezifizieren und zu differenzieren, Gruppeneigenschaften und Gruppenreaktionen aufzustellen.

Von den beiden bisher ausführlicher beschriebenen Arten der Buttersäurebacillen umfafste insbesondere die als »beweglicher« Buttersäurebacillus bezeichnete eine ganze Anzahl schon beschriebener und in den einzelnen Eigenschaften vielfach nicht völlig übereinstimmender Bakterien, während die »unbewegliche« Art durch eine gröfsere Gleichmäfsigkeit der Formen und des biologisch-kulturellen Verhaltens ausgezeichnet war.

Als einer der wichtigsten Behelfe bei diesem Versuche des Sichtens und Ordnens diente uns neben der genauen Feststellung

der morphologisch-kulturellen Eigenschaften die Untersuchung der Veränderungen und Zersetzungen, die gärungs- und fäulnisfähige Materialien durch diese höchst aktiven Mikroorganismen erfahren, und es waren die Resultate dieser Studien im allgemeinen befriedigende und ermutigende, wenngleich ein gewisser Pleochemismus, der wohl auch gelegentlich unter allzu vertrauensvollen Beobachtern seine Opfer fordern dürfte, öfters Überraschungen bereitete.

In dieser Beziehung darf man eben die Erwartungen nicht zu hoch spannen. Auch die chemische Leistung ist nichts anderes als ein Ausdruck des jeweiligen, mehr oder minder zäh festgehaltenen Zustandes der Kultur, der bei so variabeln und anpassungsfähigen Lebewesen häufig genug sich ändert.

Zweifellos wird die Bedeutung der chemischen Untersuchung auch dadurch eingeschränkt, dafs gewisse subtile Veränderungen im Stoffwechsel der Kulturen, die sich z. B. unserm Geruchssinne noch deutlich kundgeben, dem analytischen Nachweise häufig entgehen, wie auch anderseits zugegeben werden mufs, dafs die Variationen der Zersetzung (mit Rücksicht auf die gebildeten Produkte), im Vergleiche zu dem Heer von verschiedenen Gärungs- und Fäulniserregern nicht allzu zahlreiche sind, und vielfach mehr vom Material als von letzteren abhängen mögen.

Als charakteristisches Merkmal der Buttersäurebacillen — das der Gruppe ja auch den Namen gegeben hat — gilt die Fähigkeit derselben, aus löslichen Kohlehydraten neben den Gasen Buttersäure zu bilden; ebenso haben eine Anzahl von Autoren auch Butylalkohol unter den Gärprodukten nachgewiesen.

Wir konnten nun in unsern bisherigen Untersuchungen durch Variation des Nährbodens, Auswahl der Kultur u. a. die Bedingungen studieren, unter welchen bei dieser Gärung reichliche Mengen von Buttersäure entstehen und waren weiters in der Lage, den Nachweis zu erbringen, dafs hierbei fast regelmäfsig neben der flüchtigen Säure, oft in ganz überwiegender Menge, auch Milchsäure gebildet wird.

Es hat uns überrascht, dafs, von einer kurzen Bemerkung Fitz's abgesehen, niemand vor uns auf den eben erwähnten

Befund aufmerksam wurde. Die Erklärung hierfür mag zum Teil in der einseitigen Kulturmethode der Autoren liegen (in Milch z. B. entsteht sehr häufig nur Buttersäure), zum Teil mag die geringe Ausdehnung der Versuche daran Schuld tragen.[1])

Wir legen auf den gelungenen Nachweis besonderen Wert — wiewohl die Tatsache selbst nichts Spezifisches für die Buttersäuregärung bedeutet —, da einmal die Kenntnis dieser Verhältnisse (auch der Bedingungen, unter welchen Milchsäure zu entstehen, richtiger übrig zu bleiben pflegt) ein besseres Verständnis der Milchsäurevergärung anbahnt (s. w. u.), anderseits auch durch den Wechsel im Mengenverhältnisse von Milch- und Buttersäure, das besonders leicht kontrollierbar ist und in die Augen fällt, der Lehre, wie wenn die Gärungen nach ewigen, ehernen Gesetzen abliefen und sich in allgemein gültige Formeln zwängen liefsen, in besonders eklatanter Weise widersprochen wird.[2])

Von besonderem Interesse war im Verlaufe unserer fortlaufenden Untersuchungen über die Buttersäuregärung die Beobachtung, dafs eine Anzahl menschen- und tierpathogener Bakterien unverkennbar — gerade auch in biologisch-chemischer Beziehung — Gruppenmerkmale der Buttersäurebacillen aufwiesen. Es wurde auch schon erwähnt, dafs ein pathogener »unbeweglicher« Buttersäurebacillus den Weg wies.

Aufgabe dieser Abhandlung ist es nun, im Anschlusse an die Schilderung der morphologischen und kulturellen Merkmale, die im ersten Teile erfolgte, die Existenz- und Wachstumsbedingungen, vor allem aber den Biochemismus des Rauschbrandbacillus, des Ödembacillus und der Gasphlegmone-

1) Fischer setzt in der neuen Auflage seines Lehrbuchs bei der Beschreibung des unbeweglichen Buttersäurebacillus hinter das Wort »Rechtsmilchsäure« ein Fragezeichen. Gilt das Bedenken der Milchsäure oder nur der gebildeten Modifikation?

2) Jedenfalls müfsten die hochmolekularen Gärungsformeln, wie wir sie in manchen Beschreibungen finden, für jeden einzelnen Fall berechnet werden (wenigstens bei der Zuckergärung). Sie scheinen uns wertlos zu sein, da die blofse Feststellung der Tatsache, dafs einmal ein Bakterium in der bezeichneten Weise das Gärmaterial vergoren hat, auf allgemeines Interesse wohl kaum Anspruch erheben darf.

bacillen, zu erörtern. Hierbei wird reichlich Gelegenheit geboten sein, auch der systematischen Stellung dieser Bakterien die gebührende Beachtung zu schenken und theoretische damit im Zusammenhange stehende Fragen, öfters auch von einem besonderen Standpunkte aus, zu streifen.

Beginnen wir mit der Besprechung der Gärtätigkeit, die auch bei den zu beschreibenden Krankheitserregern unser vollstes Interesse in Anspruch nimmt.

Wir haben die einschlägigen Versuche nicht in dem Mafse ausgedehnt, wie bei unsern früheren Untersuchungen, da uns die Erfahrung lehrte, dafs mancher Einflufs, wie strenge oder minder strenge Anaerobiose, gewisse Zusätze zum Nährboden, auf den wir von vornherein genau geprüft hatten, nicht besonders in die Wagschale fällt.

Aus demselben Grunde trafen wir auch unter den Kohlehydraten für die Gärversuche eine bescheidene Auswahl und beschränkten uns auf die Untersuchung von verkleisterter Stärke, Traubenzucker, Rohrzucker und Milchzucker, letzterer in Milch, die übrigen in 1proz. Peptonbouillon geprüft.

Legt man Massenkulturen in den erwähnten Nährboden, ausgehend von Rauschbrandreinkulturen, an, so gelingt es häufig nicht, ganz entsprechend dem, was über die Züchtbarkeit des Rauschbrandbacillus schon gesagt wurde, ein üppiges Anwachsen der Kultur zu erzielen. Dies gilt insbesondere von Milch, die nicht selten, trotz aller Vorbedingungen, nach ihrer Besäung sowohl mit schlecht angepafsten als auch mit an unsere Nährböden bereits vortrefflich gewöhnten Kulturen steril bleibt.

Gelingt aber die Übertragung, so bieten die Gärkolben häufig das Bild einer Gärung, wie wir sie nur selten bei den harmlosen Buttersäurebacillen zu sehen gewohnt sind. Insbesondere, wenn den Nährlösungen Kreide zugesetzt wurde, war die Gasentbindung gelegentlich eine so stürmische, dafs der Schaum den Hals des Kolbens vollständig ausfüllte und den Wattepfropf netzte. Die Milch weist in solchen Fällen das typische, wiederholt beschriebene Verhalten auf, das insbesondere durch die Bildung eines von

Gasblasen durchsetzten und siebförmig durchbrochenen Kasein-coagulums charakterisiert ist.

Es wirkt angesichts dieser Beobachtungen eigentümlich befremdend, wenn Kitasato erwähnt, dafs in Zuckerbouillon das Wachstum des Rauschbrandbacillus kein besseres als in zuckerfreier Bouillon sei.

Von den untersuchten Zuckerarten wird anscheinend (wenigstens gilt dies für die meisten Rauschbrandstämme) Dextrose am leichtesten angegriffen, besonders wenn durch Sterilisierung der Lösung im gespannten Dampfe ein Teil des Zuckers bereits in Caramel umgewandelt ist. Aber auch Saccharose mufs als leicht vergärbarer Zucker — dies sei gegenüber einer Behauptung von Achalme[1]) besonders betont — bezeichnet werden. Freilich enthielt die Rohrzuckerlösung in unsern Versuchen stets reichlich — von der Sterilisierung der konzentrierten Flüssigkeit herrührend — Invertzucker, dessen Zersetzung daher die Vergärung der Saccharose einleiten konnte. Trotzdem beweist die wiederholt beobachtete völlige Aufzehrung des Rohrzucker-Invertzuckergemenges in den Gärkolben, dafs auch die Saccharose der Vergärung durch den Rauschbrandbacillus unterliegt.

Die verkleisterte Stärke scheint am schwersten vom Rauschbrandbacillus vergoren zu werden. Wir sahen eigentlich nur bei Aussaat unseres oft bewährten Materials Di (siehe I. Teil) eine üppigere Entwicklung in Stärkelösungen eintreten. Offenbar spielt hier die Bildung eines den Kleister in Lösung bringenden Enzyms, das anscheinend den einzelnen Rassen nicht in gleicher Weise zu eigen ist, eine Rolle.

Die Dauer der Gärung, die in den besprochenen Nährlösungen vom Rauschbrandbacillus unterhalten wird, ist im einzelnen Falle ebenso wechselnd wie ihre Intensität. In den meisten Fällen erstreckt sie sich — wenn die Kulturen durch fremdartige Bakterien nicht verunreinigt werden — in etwa 4 proz. Lösungen über Wochen. Dabei erfährt allerdings häufig die Intensität derselben zeitweise eine wesentliche Herabminderung, die sich manchmal bis zur scheinbar völligen Sistierung steigert. Die Gärung

1) Annales de l'institut Pasteur, 1902.

verläuft dann in zwei getrennten Phasen, und es liegt in einem solchen Falle durchaus die Berechtigung vor, — schon mit Rücksicht auf die hierbei auftretende neue Generation und die sich abspielenden biologischen Prozesse — von einer Nachgärung zu sprechen (s. w. u.).

Bei der Untersuchung der aus den Zuckern und der Stärke gebildeten Gärprodukte leiteten uns dieselben Grundsätze wie in den früheren Versuchen. Wir prüften auf Alkohole und bestimmten die Menge der gebildeten flüchtigen und nicht flüchtigen Säuren. Hierbei bedienten wir uns stets der schon früher geübten Methoden, und möchte ich nur erwähnen, dafs, um das Freiwerden von Salzsäure aus den Chloriden der Kulturflüssigkeit zu vermeiden, wir in der Regel, statt wie früher mit Schwefelsäure, — mit Phosphorsäure die Destillation vornahmen.

Eine Analyse der gebildeten Gase mufste leider, so wünschenswert sie auch gewesen wäre, aus äufseren Gründen unterbleiben.

In einer grofsen Anzahl von Gärversuchen — die wir mit den verschiedensten Stämmen anstellten — wiesen wir nun unter den Gärprodukten, genau wie bei den nicht pathogenen Buttersäurebacillen, Buttersäure und Milchsäure nach, während Alkohole regelmäfsig fehlten. Die nicht flüchtige Säure war in der Regel Rechtsmilchsäure, doch wurde in einzelnen Fällen auch inaktive Säure gebildet.

Achten wir auf das Mengenverhältnis der flüchtigen und nicht flüchtigen Säure, so tritt hier wieder, in der gleichen Weise wie früher, die eigentümliche Erscheinung in den Vordergrund, dafs vom Rauschbrandbacillus einmal fast ausschliefslich Buttersäure, ein andermal aber fast nur Milchsäure als Gärprodukt gebildet wird.

Während uns aber in den Versuchen mit den harmlosen Buttersäurebacillen — trotz mancher sichergestellten Tatsache — der Einblick in das Wesen des Vorganges verwehrt blieb, ist im Verhalten der Rauschbrandkulturen zweifellos eine gewisse Gesetzmäfsigkeit zu erkennen, die sich eng an kulturelle Eigentümlichkeiten anschliefst und auch zu gewissen biologischen Charakteren (Toxinbildung) in nahen Beziehungen steht.

Es ist schon erwähnt worden, dafs der Rauschbrandbacillus vielfach einen doppelten Formenkreis aufweist, — je nach der Züchtungsmethode — der einmal asporogene, unbewegliche Individuen umfafst, ein andermal geifseltragende, sporenbildende Formen führt. Es ist auch betont worden, dafs das Wesen des jeweiligen Zustandes der Kultur (ob »denaturiert«, ob »nativ«) mit dem Verhalten in Bezug auf Geifseln und Sporenbildung keineswegs erschöpfend charakterisiert ist, und dafs uns letztere nur als Behelfe für die Erkennung desselben dienen.

Es kann nun als eine regelmäfsig zu beobachtende Tatsache gelten, dafs von den »denaturierten« Stäbchen überwiegend Milchsäure, von den sporulierenden Rassen vorwiegend Buttersäure gebildet wird, die nur insoferne eine Erweiterung erfährt, als gelegentlich (in sehr seltenen Fällen) auch in Kulturen, die reichliche, aber sterile Clostridien führen, der Stoffwechsel der denaturierten Stäbchen Platz greift.

Die Gesetzmäfsigkeit der Beobachtung erleidet durch diese Ausnahmen, — die durch die spätere Erklärung vollkommen verständlich werden, — keine Einbufse. Ebenso wird man nach dem im ersten Teile Auseinandergesetzten nicht erwarten dürfen, in den Kulturen der »sporulierenden« Rassen jedesmal reichlich Sporen zu finden.[1])

Die Erklärung für diese eigentümliche Differenz — für die Regel, wie für die Ausnahmen — haben wir in dem Umstande gefunden, dafs die sporulierenden Rassen gelegentlich die Milchsäure und zwar sowohl die präformierte, in Form von milchsaurem Kalk den Kulturen zugesetzte, als auch die aus dem Zucker entstandene, vergären.

Schon die Nachgärung in den Zuckergärkolben (s. o.), die zu einer Zeit beobachtet wurde, da unzersetzter Zucker nicht mehr vorhanden war, liefs in uns den Gedanken aufkommen, dafs Milchsäure, deren Entstehen aus dem Zucker uns ja nicht neu war, hierbei vergoren wird.

1) Es kommt hier mehr auf die Fähigkeit der Sporenbildung als auf die Erscheinung selbst an.

Wir konnten des weiteren in einer gröfseren Anzahl von Versuchen aber auch wahrnehmen, dafs vielfach in Zuckerbouillon, die einen Zusatz von milchsaurem Kalk erfahren hatte, die Milchsäure vollständig vergoren wurde, und dafs gelegentlich von manchen Sporenmaterialien (hauptsächlich wieder von Di) milchsaurer Kalk auch in zuckerfreier Peptonbouillon zersetzt wird.

Es ist nun sehr bemerkenswert, dafs, abgesehen von dem regelmäfsigen Fehlen der Milchsäurevergärung in den Kulturen der denaturierten Stäbchen, — auch mit nativen Kulturen durchaus nicht in allen Fällen die Einleitung derselben gelingt.

Es scheint eine gewisse Prädisposition der Rasse hierzu nötig zu sein, die wir gelegentlich künstlich hervorzurufen im stande sind, wenn wir Sporenmateriale aus Zuckerkolben, die Nachgärung gezeigt haben, zur Aussaat verwenden, wie wenn die Passage über Zucker — wenigstens bei den Reinkulturen — nötig wäre, um den geeigneten Zustand der Kultur hervorzurufen. Bei manchen Rassen schlägt aber auch dieser Versuch fehl, ebenso wie es uns auch niemals gelungen ist, mit direkt aus dem Tiere stammendem Materiale Vergärung des milchsauren Kalkes zu erzielen.

Die Milchsäuregärung des Rauschbrandbacillus bietet im übrigen nichts besonders Charakteristisches. Die Dauer derselben ist gewöhnlich eine mäfsig lange und erstreckt sich selten über eine Woche hinaus, der Verlauf ist meist ein ziemlich stürmischer.

Die Produkte, zu welchen die Milchsäure vergoren wird, sind aufser den (nicht näher untersuchten) Gasen Buttersäure und Propionsäure, wie wir aus der Analyse der fraktioniert gefällten Silbersalze erfuhren; hierbei entsteht erstere anscheinend regelmäfsig im Überschusse.

Alkohole fehlen.

Mit diesem positiven Nachweise der Milchsäurevergärung in den Rauschbrandreinkulturen sind wir zum erstenmal in ein Gebiet eingedrungen, dessen Erforschung uns schon seit langem als lohnende Aufgabe erschien. Die Bildung von Buttersäure aus Milchsäure durch bakterielle Gärung gehört zwar zu den ältesten

Beobachtungen der Gärungschemie[1]), in der Aera der bakteriologischen Reinkultur war es aber gewifs nur wenigen geglückt, die Erreger dieser Gärung einem eingehenden Studium zu unterziehen. Diesbezüglich kämen hauptsächlich die Arbeiten Beyerincks in Betracht, der in seinen Untersuchungen über Buttersäuregärung auch ein Granulobakter lactobutyricum beschreibt. Wir wissen zwar noch nicht, ob sich die Milchsäurevergärung in der Natur ganz regelmäfsig analog der beim Rauschbrandbacillus gesehenen abspielt, sind jedoch der Ansicht, dafs prinzipielle Unterschiede kaum zu erwarten sein werden. Aus diesem Grunde können wir den Angaben des holländischen Forschers, dafs der Milchsäurevergärer, ein anaerobes Clostridium, sich regelmäfsig nach wenigen Generationen in ein aerobes Stäbchen umwandle[2]), nur skeptisch gegenüberstehen, wie es uns auch auf Grund unserer Erfahrungen nicht recht glaubwürdig erscheint, dafs derselbe die Kohlehydrate schwer angreife.

Wir müssen ausgedehntere eigene Versuche abwarten, ehe wir aus Zweiflern Ungläubige werden, eines aber steht für uns schon fest, dafs auf diesem äufserst schwierigen und klippenreichen Terrain der Rauschbrandbacillus ein besserer Führer sein wird als das Beyerinck sche Clostridium!

Ein abnormer Gärbefund soll hier kurz gestreift werden, den wir in zwei Fällen erheben konnten, dessen allgemeine Gültigkeit aber noch abzuwarten sein wird.

Während normalerweise als nicht flüchtige Säure (aus dem Zucker) ausschliefslich Milchsäure gefunden wurde, war in zwei Fällen, bei Aussaat eines aus amerikanischem Rauschbrandmateriale reingezüchteten Stammes, der sonst keine Besonderheiten aufwies, neben dieser und Buttersäure reichlich Bern-

---

1) Diese Gärung wurde früher durch die einfache Gleichung $2\,C_3\,H_6\,O_3 = C_4\,H_8\,O_2 + 2\,CO_2 + 2\,H_2$ ausgedrückt. Wo bleibt da die Propionsäure, auf deren Vorkommen bei der Milchsäuregärung schon Fitz aufmerksam gemacht hat?

2) Dasselbe soll den milchsauren Kalk zu kohlensaurem Kalk verbrennen. Das Gleiche tut ein weitverbreitetes Bakterium, der bacillus meseraicus (Kartoffelbacillus).

steinsäure (nach dem von Kunz[1]) beschriebenen Verfahren identifiziert) entstanden; weiters hatte sich aus dem Destillate auf der Oberfläche der gesättigten Pottaschelösung jedesmal eine gelblich gefärbte, leicht bewegliche Flüssigkeit in kleinen Mengen abgeschieden. (Alkohole?)

Da die Dextrose- bezw. Saccharose-Kulturen auf ihre Reinheit geprüft waren, wird an eine grobe Täuschung im vorliegenden Falle kaum gedacht werden können. Trotzdem wollen wir es vermeiden, besondere Schlufsfolgerungen aus dem erwähnten Verhalten zu ziehen.

Im vorstehenden wurden die Veränderungen geschildert, die der Rauschbrandbacillus in zucker- und milchsäurehaltigen Nährlösungen hervorruft, und wurde hierbei auch erwähnt, dafs er in denselben zu einer üppigen, vielfach stürmischen Entwicklung gelangt. Wie verhält sich der Rauschbrandbacillus nun in kohlehydratfreien Nährsubstraten? Vermag er in denselben zu vegetieren? Vermag er die Eiweifsstoffe zu zersetzen, und welche Produkte entstehen hieraus?

Wir haben ähnliche Fragen seinerzeit auch bei der Besprechung der harmlosen Buttersäurebacillen aufgeworfen, und sind damals durch zahlreiche Beobachtungen zum Schlusse gekommen, dafs einerseits lösliche Kohlehydrate zu einem kräftigeren Anwachsen der Kulturen fast unumgänglich nötig seien, anderseits weitergehende Zersetzungen der Eiweifsstoffe in denselben offenbar nicht zu stande kommen.

Versuchen wir, den Rauschbrandbacillus in zuckerfreier Peptonbouillon, oder in Rinderserum (flüssig oder erstarrt) zu kultivieren, so gelingt es zwar in den meisten Fällen, Wachstum zu erzielen, die Entwicklung bleibt aber stets eine sehr mäfsige und ist im erstarrten Serum auf die nächste Umgebung des Impfstiches beschränkt. Es kommt daher dem Rauschbrandbacillus zweifellos eine grofse Prädilektion für gärfähige Stoffe zu, die auch allein eine länger anhaltende Vegetation in den Kulturen verbürgen. Wir können auch dem souveränen Werte der von

1) Hilgersche Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- u. Genufsmittel, 1903.

französischen Forschern (Leclainche) so warm empfohlenen Martinschen Bouillon, einem Gemenge von Serum und einer eigens bereiteten Peptonlösung, nicht beistimmen, indem wenige Tropfen Zuckerlösung unsere Nährböden in weit höherem Mafse spezifisch verbessern als ein Serumzusatz oder das idealste Eiweifspräparat.

Eine Ausnahme scheint der native Muskel zu bilden, dessen hervorragend wachstumsfördernden Einflufs wir uns so häufig für die Züchtung aus dem Tier zu nutze machten. Welchen Stoffen diese Wirkung zuzuschreiben ist, entzieht sich aber bisher noch unserer Beurteilung. Spielt der Glykogengehalt hier eine Rolle? Wir glauben kaum, dafs dies der Fall ist, da auch das längere Zeit gelagerte Fleisch von seiner spezifischen Nährkraft nichts einbüfst.

Bei der Frage nach dem Zersetzungsvermögen des Rauschbrandbacillus gegenüber dem Eiweifs der Kulturen ergeben sich nicht geringe Schwierigkeiten, die vorwiegend allgemeiner und prinzipieller Natur sind. Wie definieren wir die Eiweifszersetzung im allgemeinen, was verstehen wir unter Fäulnis und wie charakterisieren sich die einzelnen Phasen des Abbaus?

Wir haben schon darauf hingewiesen, dafs vielfach unsere chemischen Methoden unzulänglich sind, die Veränderungen im Nährboden mit hinreichender Schärfe kenntlich zu machen. In besonderem Mafse trifft dies für die methodische Untersuchung der Fäulnisvorgänge zu, deren leichtere Grade nur schwer erkannt und präzisiert werden können. Häufig leitet unser Urteil nur der Geruchssinn. Hierzu kommt, dafs eine allgemeine Einigung darüber, ob jede Art der Eiweifszersetzung als Fäulnis angesprochen werden darf, noch nicht erzielt ist und Meinungsdifferenzen darüber noch bestehen, ob die im einzelnen Falle beobachteten Zersetzungen auch qualitativ oder nur quantitativ (im Sinne eines weniger weit oder weitergehenden Abbaues, gewissermafsen auf demselben Wege) sich unterscheiden.[1])

Wir können der Frage vom theoretischen Standpunkte aus nicht näher treten und müssen uns darauf beschränken, das Ver-

1) Speziell ob Schwefelwasserstoffbildung allein bereits Fäulnis anzeigt, ist noch heifs umstritten. Wir möchten eher der Ansicht zuneigen, dafs die Zersetzung der den leicht abspaltbaren Schwefel enthaltenden Gruppe im Eiweifsmolekül von eigentlicher Fäulnis zu trennen sei.

halten des Rauschbrandbacillus hinsichtlich einiger prägnanterer Momente — Schwefelwasserstoffbildung, »Fäulnisgeruch« der Kulturen, Bildung von bestimmten Produkten wie Indol, Ammoniak, Fettsäuren, Entstehen von eiweifs- und kaseinpeptonisierenden Enzymen — zu schildern.

Prüft man in der angegebenen Richtung die Kulturen hinsichtlich ihres Aussehens wie in Bezug auf die entstandenen Produkte, so erkennt man, dafs in den weitaus häufigsten Fällen, die bei der gewöhnlichen Art der Züchtung ganz allein dem Forscher zu Gesichte kommen, alle als Zeichen vorgeschrittener »Fäulnis« zu deutenden Erscheinungen und Stoffe fehlen. Weder erfährt das Kasein der Milchkulturen, das durch Säurewirkung gefällt wird, im Verlaufe von Wochen eine totale oder partielle Lösung, noch ist in dem erstarrten, mäfsig durchwachsenen Serum Peptonisierung des Coagulums zu erkennen. Auch Indol und Ammoniak fehlen in den Milch- und Bouillonkulturen.

Einzig und allein Schwefelwasserstoff entsteht als Zeichen einer teilweisen Zerlegung des Eiweifsmoleküls, besonders bei gleichzeitiger Vergärung des milchsauren Kalks, in welchen Fällen regelmäfsig schon der intensive Geruch der Bouillonkulturen darauf hinweist. Dafs aber auch in letzterem Falle von eigentlicher Fäulnis nicht gesprochen werden darf, ergab sich für uns daraus, dafs, während bei typischen Fäulniserregern stets aus dem Witteschen Pepton der Bouillon, Fettsäuren, und zwar als oberste in der Reihe Kapronsäure (oder eine isomere Säure) entstehen, in der Calciumlaktatbouillon des Rauschbrandbacillus ausschliefslich die Gärprodukte der Milchsäure nachweisbar waren.

Würden sich die Kulturmethoden auf die Verwendung der gebräuchlichen Nährböden beschränken, so wäre die Stellung des Rauschbrandbacillus leicht zu präzisieren.

Geänderte äufsere Bedingungen modifizieren aber gelegentlich seinen Stoffwechsel.

Züchtet man den Rauschbrandbacillus auf sterilem Fleische (Rinder- oder Meerschweinchenmuskel), so ist sehr häufig (bei Aussaat sporulierender Rassen) ein eigentümlich brenzlicher, fäul-

nisartiger Geruch wahrnehmbar, der auf eine stärkere Zersetzung des Muskeleiweifses hindeutet. Jedenfalls sind die sinnfälligen Veränderungen auf diesem Nährboden häufig genau dieselben wie in Muskelkulturen von notorisch fäulniserregenden Anaeroben. Dieser eigentümliche Geruch auf Muskel tritt häufig auch hervor, wenn Rauschbrandsporenmaterial, das aus Zuckergärkolben stammt, benutzt wird und unabhängig davon, ob nur auf Fleisch oder in Fleisch-Zuckerbouillon kultiviert wird.

Wir müssen den Einflufs des Muskels in der Kultur um so bemerkenswerter finden, als im Tier, speziell in den Muskeln des rauschbrandigen Rindes, Fäulniserscheinungen ganz regelmäfsig fehlen, und nur ein süfslicher, gleichzeitig ranziger Geruch beim Einschneiden in die erkrankten Partien auftritt.

Auch beim experimentell erzeugten Rauschbrand des Meerschweinchens fehlen normalerweise Fäulniserscheinungen und Fäulnisgeruch. Es mufs demnach zur leichten Assimilations- und Zersetzungsfähigkeit des Muskeleiweifses noch ein Moment hinzukommen, das das eigentümliche Verhalten des Kulturmuskels bewirkt.[1])

Bemerkenswert ist nun, dafs das Eiweifszersetzungsvermögen des Rauschbrandbacillus in ganz vereinzelten Fällen vorübergehend eine derartige Steigerung erfährt, dafs von richtiger Fäulnis gesprochen werden mufs. Der Muskel wird in eine glasige, schmierige Masse umgewandelt, das Kasein der Milch vor dessen Ausfällung peptonisiert, das geronnene Eiweifs des Rinderserums aufgelöst! Der Befund ist sichergestellt, so sehr wir uns anfangs dagegen sträubten.

Die Seltenheit dieser Zersetzung und der Umstand, dafs z. B. solche faulende Milchkulturen schon bei der nächsten Übertragung Generationen liefern, die wieder den gewöhnlichen Typus des Rauschbrandbacillus zeigen, bewiesen uns die geringgradige Neigung dieses Bakteriums zu weitergehenden Veränderungen des Eiweifses.

---

1) In seltenen Fällen macht sich auch im rauschbrandigen Meerschweinchen (zweimal bei langsamem Verlaufe des Prozesses von uns beobachtet) ein abnormer Eiweifsstoffwechsel geltend, indem ein ausgesprochen kariöser Geruch und grünliche Verfärbung der Hautdecken wahrnehmbar sind.

Die Tatsache selbst ist aber von gröfster Wichtigkeit und reicht in ihrer Bedeutung bis an die Grundpfeiler der systematischen Bakteriologie.

Praktisch hat sie zunächst für uns die Konsequenz gehabt, dafs wir über die Provenienz der in den verschiedenen Laboratorien fortgezüchteten Rauschbrandkulturen — soweit dieselben avirulente[1]) Fäulniserreger mit starkem Peptonisierungsvermögen für Leim etc. sind — etwas anders denken als etwa noch vor Jahresfrist. Bis dahin hatten wir stets verunreinigende Fäulnisbakterien, wie sie gelegentlich im Kadaver der rauschbrandigen Rinder vorkommen mögen, in ihnen vermutet, die in der Kultur die schwer züchtbaren Rauschbrandbacillen überwucherten. Heute müssen wir an die Möglichkeit glauben, dafs es echte Rauschbrandbacillen, oder richtiger, entartete Abkömmlinge von solchen sind, die aus irgend einem Grunde — vielleicht weil die meisten Autoren in zuckerfreier Gelatine züchteten — ihre charakteristischen Eigenschaften einbüfsten und so ihre Abstammung verleugnen. Vollständig sind unsere Zweifel allerdings noch nicht behoben. Aber selbst wenn wir mit unserer Behauptung unrecht gehabt hätten, tauschen wir gerne das Erreichte dagegen ein.[2])

Seit den Untersuchungen von Pasteur, R. Koch und Gaffky ist man gewohnt, unter der Bezeichnung malignes Ödem einen ganz bestimmten Krankheitsprozefs zu verstehen, der namentlich bei Meerschweinchen unter typischen pathologisch-anatomischen Erscheinungen verläuft. Als Erreger wurde von den genannten Forschern ein anaerobes Stäbchen beschrieben, das auch später von mehreren Autoren bei solchen Prozessen gefunden wurde und unter dem Namen »Bacillus des malignen Ödems« in der Literatur Eingang gefunden hat.

---

1) Auch die fäulniserregenden Rauschbrandbacillen sind avirulent (s. I. Teil).

2) In einem behalten wir Recht. Das verschiedene Verhalten der aus dem Tier gezüchteten Rauschbrandbacillen und der Sammlungskulturen ist, abgesehen von vorhandener oder fehlender Pathogenität, den Autoren anscheinend vollständig entgangen.

Wir haben auch dieses Bakterium, soweit zu seiner Charakterisierung nötig war — eingehend untersucht (vier Stämme) und berichten im folgenden zunächst über seine Gärtätigkeit. Die Schilderung derselben kann sich eng an das bisher Gesagte anlehnen.

Sät man Ödembacillenkulturen in zuckerhaltiger Bouillon aus, so nimmt man binnen kurzem das Einsetzen einer Gärung wahr, die von wechselnder Intensität ist, aber nur ausnahmsweise so lebhaft wie beim Rauschbrandbacillus verläuft. Hierbei wird — wieder in 4proz. Lösungen — nur selten der ganze Zucker aufgebraucht.

Untersucht man die Gärprodukte, so findet man aus Dextrose und Saccharose — andere Kohlehydrate wurden in Bouillon nicht untersucht — Milchsäure, flüchtige Säuren (darunter Buttersäure), aufserdem aber auch noch Alkohole gebildet. Die fraktionierte Destillation der letzteren, zusammen mit der Darstellung des Essigäthers aus dem Destillate, liefsen erkennen, dafs dieselben der Hauptmenge nach aus Äthylalkohol bestehen.

Wir legen diesem Nachweise grofse Bedeutung bei, da er uns ausnahmslos gelang und bei Kulturen von zweifelhafter Provenienz uns häufig auf die richtige Fährte brachte.

Milchsaurer Kalk wird vom Ödembacillus anscheinend nicht vergoren.

Obwohl mit einem endgültigen Urteile noch zurückhaltend, schliefsen wir auf die fehlende Fähigkeit, die Milchsäure zu vergären, auch noch aus dem Umstande, dafs aus den Zuckern regelmäfsig grofse Mengen Milchsäure (meist Rechtsmilchsäure) entstehen, während flüchtige Säuren stets nur in kleiner Quantität gebildet werden.

Bernsteinsäure konnten wir — entgegen französischen Literaturangaben (Macé) — nicht nachweisen. Zwar wurden einmal im Ätherextrakte einer Zuckerbouillonkultur (nach dem Abdestillieren der Alkohole und flüchtigen Säuren) nadelförmige Kristalle in nicht unbeträchtlicher Menge gefunden, dieselben konnten aber wegen ihres Verhaltens gegenüber saurer Chamäleonlösung nicht als Bernsteinsäure angesprochen werden.

Wie aus der vorstehenden Schilderung ersichtlich ist, ist der Ödembacillus durch seinen Stoffwechsel in Zuckerlösungen gut charakterisiert. Verfolgen wir nun wieder die Rolle, die den löslichen Kohlehydraten hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Entwicklung des genannten Bakteriums zukommt und prüfen wir, welche Veränderungen die Eiweifskörper in den Kulturen erleiden, so gelangen wir zu einem ziemlich bunten, in seiner Gesamtheit nur schwer zu überblickenden Bilde.

Zunächst sei hervorgehoben, dafs Kohlehydrate, wenngleich bei ihrer Vergärung das Wachstum, wenigstens sinnfällig, lebhafter sich gestaltet, bei weitem nicht in dem Grade, wie wir es für das Rauschbrandbakterium sahen, die Entwicklung des Ödembacillus fördern. Dies tritt schon in einfacher Peptonbouillon hervor, die für letzteren einen guten Nährboden abgibt. Vor allem aber manifestiert es sich in Kulturen von erstarrtem Serum, in welchem der Ödembacillus zu üppiger Vermehrung gelangt.[1]) Die Kulturen bieten hierbei ein ganz charakteristisches Aussehen dar, indem schon nach wenigen Tagen das geronnene, durchsichtige oder durchscheinende Serum sich trübt und von Gasblasen durchsetzt erscheint, während von dem sich kontrahierenden Kuchen eine klare Flüssigkeit ausgeprefst wird.

Was nun die Zersetzungen der Eiweifskörper in den Kulturen des Ödembacillus anbelangt, so tritt hier eine merkwürdige Labilität zutage, die ihn gelegentlich befähigt, das Eiweifs unter Bildung stinkender Fäulnisprodukte abzubauen, während unter andern Umständen nur geringfügige Zersetzungen ersichtlich werden, in vielen Fällen solche überhaupt zu fehlen scheinen.

Betrachten wir in diesem Sinne die Kulturen in den verschiedenen Nährböden, so nehmen wir bald Peptonisierung der geronnenen Eiweifskörper, intensiven Fäulnisgeruch in den Bouillon- oder Zuckerbouillonkulturen, ebenso in den Kulturen auf sterilem Fleische wahr, bald fällt uns nur ein leichter Geruch nach Schwefelwasserstoff auf, in einem dritten Falle riechen die

1) Die Entwicklung erfolgt besonders lebhaft in Serum, das nur kurze Zeit, bis zur beginnenden Coagulation, einer Temperatur von 80° C. ausgesetzt wurde.

Kulturen nach flüchtigen Fettsäuren (von der Zersetzung der Kohlehydrate herrührend). Was ist das Entscheidende für die Art der Zersetzung im einzelnen Falle? Spielt der Nährboden eine Rolle, oder sind gewisse ererbte Eigentümlichkeiten der Kultur ausschlaggebend?

Gelegentlich gewinnen wir einen Einblick in diese verwickelten Verhältnisse, wenngleich die Erklärung hierfür noch aussteht. Sät man Ödembacillen in Milch aus, so verläuft, wenn überhaupt Wachstum eintritt, die Zersetzung gewöhnlich so, dafs nach zwei bis mehreren Tagen unter wechselnder Gasbildung und bei gleichzeitiger Säuerung des Nährbodens das Kasein in klumpiger Form, häufig von Gasblasen durchsetzt, ausgeschieden wird. Ist dieser Zustand einmal erreicht, so wird niemals das Kaseincoagulum wieder vollständig in Lösung gebracht, auch dann nicht, wenn die Kultur einen deutlichen Fäulnisgeruch aufweist (hierbei erfolgt gelegentlich partielle Lösung, s. Protokolle) oder das Wachstum in Milch erfolgt derart, dafs der Käsestoff von vornherein, ohne coaguliert zu werden, der Peptonisierung anheim fällt. In solchen Fällen fehlt die sichtbare Gasentwicklung und ein starker Fäulnisgeruch macht sich bemerkbar. Hier wird der Grad der Säuerung der Milch, der wieder von der Intensität der Milchzuckervergärung abhängt, die Art der Zersetzung beeinflussen können, indem bei stark saurer Reaktion das Kasein frühzeitig gefällt wird und so der Peptonisierung entgeht, während es im entgegengesetzten Falle in gelöster Form bleibt und abgebaut werden kann.

Im übrigen ist der Einflufs des Nährbodens auf den Ablauf der Zersetzungsvorgänge kein sehr weitgehender. Wir haben eigentlich nur in Kulturen von erstarrtem Rinderserum, deren typisches Aussehen bereits beschrieben wurde, regelmäfsig Fäulniserscheinungen, wenn auch geringfügiger Natur, beobachtet. Schon der urinöse Geruch wies darauf hin. Wir konnten aber auch im ausgeprefsten Safte der Kulturen, der von vornherein, wenn das Serum bei mäfsig hohen Temperaturen erstarren gelassen wurde, noch stets ungeronnenes Eiweifs enthielt, lösliche, nicht coagulable Eiweifskörper

in reichlicher Menge, sowie Ammoniak nachweisen, die wohl aus dem ungeronnenen Eiweifs entstanden sein mufsten, da eine Peptonisierung des Coagulums nur in sehr seltenen Fällen beobachtet wurde.

Wir haben auch die Frage aufgeworfen, ob Stammes- oder Rasseneigentümlichkeiten das Eiweifszersetzungsvermögen des Ödembacillus in deutlicher Weise beeinflufsten.

Es sei im folgenden die Geschichte der Gewinnung zweier Sporenmaterialien (von einem Stamme herrührend) mitgeteilt.

Sporenmaterial I. Von fetter Gartenerde wird eine Probe eine Stunde auf 60° C. erwärmt und hiervon in Muskelzuckerbouillon kultiviert.

Mit der stark gärenden Kultur wird ein Meerschweinchen infiziert, das nach 16 Stunden unter den Erscheinungen des malignen Ödems zu Grunde geht. Durch wiederholte Tierpassage (stets Infektion mit kleinen Muskelstückchen) wird der Stamm, wie genaueste Kontrollen ergeben, in Reinkultur gewonnen. Vom letzten Tier Abimpfung auf Agar. In der ausgeprefsten Flüssigkeit der Kultur nach 24 Stunden zahlreiche, versporte Ödembacillen. Dieselben liefern getrocknet das Sporenmaterial I.

Sporenmaterial II. Von I wird eine Muskelzuckerbouillon geimpft, von letzterer anaerobe Agarplatten gegossen. Nur Kolonien vom Typus des Ödembacillus zur Entwicklung gelangt. Von einer wird das Bakterienmaterial in ein Agarröhrchen übertragen. Reichlich Sporen, die getrocknet aufbewahrt werden.

Sporenmaterial I zeigt nun grofse Neigung zur Fäulniserregung. In den meisten Fällen riecht die Bouillon fäulnisartig, ebenso die Muskelkulturen. Gelegentlich erfolgt partielle Lösung des Kaseins und Peptonisierung des geronnenen Serumeiweifses.

Sporenmaterial II hat die Fähigkeit, Fäulnis zu erregen, vollständig eingebüfst. Die Zuckerkulturen riechen nach Buttersäure, in Milch erfolgt stürmische Gärung und rasche Ausscheidung des Kaseins.

Es erübrigt noch, über die Gärtätigkeit einer Gruppe von Bakterien Mitteilung zu machen, die wegen der Veränderungen,

die sie im menschlichen oder tierischen Körper hervorrufen, unter dem Namen »Gasphlegmonebacillen« zusammengefafst werden. Dieselben wurden im ersten Teile dieser Abhandlung schon eingehend charakterisiert.

Es hat sich aus der Schilderung für den Leser wohl auch schon ergeben, dafs eine Reihe ziemlich heterogener Bakterien mit diesem Namen belegt werden, und mufs es als ein grofses Verdienst Albrechts bezeichnet werden, in seinen Studien über die Erreger der menschlichen Gasphlegmone diese Verhältnisse besonders betont, vor allem auch nachgewiesen zu haben, dafs nicht ausschliefslich Bakterien vom Typus des Fränkelschen Emphysembacillus an diesen Prozessen beteiligt sind. Auch wir haben ähnliche Erfahrungen für die experimentelle Gasphlegmone mit aus Erde gezüchteten Stämmen gemacht und wissen überdies, dafs auch Rauschbrand- und Ödembacillen häufig genug Gasphlegmone hervorrufen.

Entsprechend der Vielheit der in Gasphlegmonen vorfindlichen Bakterientypen, ist naturgemäfs auch das chemisch-biologische Verhalten der einzelnen Stämme ein verschiedenes.

Bald finden sich Bakterien mit ausgesprochener Neigung zu Fäulnis (die auch Äthylalkohol bilden), bald treffen wir sporulierende, dem Rauschbrandbacillus oder dem Amylobakter nahestehende Buttersäurebacillen an, in weitaus den häufigsten Fällen wird allerdings ein unbewegliches Stäbchen, das dem »unbeweglichen« Buttersäurebacillus und dem Fränkelschen Emphysembacillus völlig gleicht, isoliert. Die Veränderungen in Milch entsprechen ganz den einzelnen Typen. In einem Falle Peptonisierung und Fäulnisgeruch, im andern stürmische Gärung mit Abscheidung des Kaseins. Desgleichen sind die Gärprodukte aus Zucker völlig identisch mit den für die betreffende Gruppe charakteristischen.[1])

In der vorstehenden Beschreibung wurde versucht, den Rauschbrand- und Ödembacillus, sowie die Gasphlegmonebacillen

1) Der Fränkelsche Emphysembacillus bildet aus Dextrose in Bouillon regelmäfsig reichlich Milchsäure, wenig Buttersäure; die sporulierenden Rassen bilden die gleichen Gärprodukte in umgekehrtem Mengenverhältnisse.

hinsichtlich ihrer Gärtätigkeit und ihres Eiweifsstoffwechsels zu charakterisieren.

Es sollen daran noch einige Bemerkungen über allgemeine Wachstumsbedingungen und Verbreitung derselben geknüpft werden.

Die schwere Züchtbarkeit des Rauschbrandbacillus, die verhältnismäfsig geringen Schwierigkeiten, die beiden anderen Anaeroben in unseren Nährböden zur Entwicklung zu bringen, sind schon gebührend hervorgehoben worden. Für diese Differenzen, die auf den ersten Blick rätselhaft erscheinen, sind offenbar innere Ursachen mafsgebend, für welche mangels geeigneter Grundlagen jedes Verständnis noch fehlt.

Es ist auch bereits hervorgehoben worden, dafs selbst die vollkommenste Anaerobiose in unseren Kulturen diese Schwierigkeit nicht zu überbrücken vermag.

Wir möchten bei diesem Anlasse die Bemerkung einschieben, dafs wir uns behufs Isolierung oder zum Zwecke des Studiums der Anaeroben in den Plattenkulturen noch immer des in der ersten Abhandlung (d. Archiv, Bd. 37) geschilderten Verfahrens bedienen, da uns dasselbe andauernd gute Dienste leistet; wiewohl wir die Vorteile einer von Albrecht und Ghon angewendeten Modifikation (Kupferspirale zur Absorption des Sauerstoffs im Apparate, Wasserstoffbombe) keineswegs unterschätzen.

Es ist bis zu einem gewissen Grade wirklich Geschmackssache, welche der genannten Einrichtungen man wählt, besonders da der Schwerpunkt unseres Verfahrens nicht in der Konstruktion des Wasserstoffapparates, sondern in dem — auch von Albrecht und Ghon akzeptierten — Verschlusse der Botkinschen Glocke gelegen ist.

Was die Empfindlichkeit unserer Bakterien gegenüber dem Sauerstoff betrifft, so braucht wohl kaum noch einmal betont zu werden, dafs das Anwachsen derselben nur erfolgte, wenn die Kulturen bei strengstem Luftabschlusse angefertigt wurden. Es ist uns aber aufgefallen und verdient, glaube ich, Erwähnung, dafs gelegentlich eine Weiterentwicklung von anaerob angewachsenen Kulturen bei ungehindertem Luftzutritt (z. B. in Ge-

latinestichkulturen) beobachtet wurde, in seltenen Fällen auch Sporulierung[1]) anaerob kultivierter Stäbchen bei Luftzutritt erfolgte.

Diese Befunde, die uns allerdings noch erweiterungsbedürftig zu sein scheinen, stören gewifs in keiner Weise die Einreihung des Rauschbrandbacillus wie der übrigen unter die gegenwärtig anerkannten Anaeroben; sie haben nur unser Augenmerk auf prinzipielle Fragen der Anaerobiose gelenkt, die ja auch von anderer Seite schon aufgeworfen wurden.

Über Temperaturbreite und Wachstumsoptimum, Widerstandsfähigkeit der Kulturen ist an dieser Stelle nichts Wesentliches zu sagen, da Besonderheiten hier gegenüber anderen pathogenen Anaeroben kaum beobachtet wurden.

Der Alkaleszenz- bezw. Säuregrad unserer Nährböden war für die Züchtung der drei Anaeroben nicht gleichgiltig, und besteht ein Zusammenhang zwischen der am geeignetsten sich erweisenden Reaktion des verwendeten Nährbodens und der Reaktion der gewachsenen Kulturen in dem Sinne, dafs die Säurebildner Rauschbrand- und Gasphlegmonebacillus (diejenigen vom Typus des unbeweglichen Buttersäurebacillus) die leicht saure Reaktion bevorzugen, während die Ödembacillen, die, wie ich hervorgehoben, zur Zersetzung der Eiweifskörper neigen und hierbei alkalische Produkte bilden, besser auf leicht alkalischen Nährböden gedeihen.

Um uns über die Verbreitung einzelner Bakterien in der Natur zu vergewissern, greifen wir entweder zum Tierversuch (wenn wir eine empfängliche Spezies finden), oder wir übertragen verschiedenartiges Material in geeignete Nährböden. Beide sind Anreicherungsverfahren und leiden an deren Mängeln, zu welchen auch gehört, dafs der Nachweis eines Bakteriums in einem bestimmten Materiale mifslingen kann, weil ein zweites gleichfalls darin enthaltenes im Tier oder in der Kultur günstigere Bedingungen zur Entwicklung findet.

1) Albrecht hat schon vor zwei Jahren uns eine derartige Beobachtung mitgeteilt, die wir damals stark in Zweifel zogen.

Diese Mängel unserer Kulturtechnik werden im vorliegenden Falle noch dadurch verstärkt, dafs bei kursorischer Musterung (wie es beim Studium der Verbreitung allein nur möglich ist) die Differentialdiagnose zwischen den einzelnen Prozessen häufig auch dem Geübten Schwierigkeiten macht, und dafs man weiters für gewisse Rassen von Gasphlegmonebacillen aus dem Tierversuch gelegentlich nur wenig erfährt, da einerseits manche in menschlichen Gasphlegmonen gefundene Stämme überhaupt nicht tierpathogen sind (Albrecht), anderseits sehr häufig schon allein durch das Isolierungsverfahren die Pathogenität solcher Kulturen dauernd verloren geht.

Trotz dieser Einschränkungen, die hauptsächlich im einzelnen Falle zur Geltung kommen, können nach den Angaben der Autoren und unseren eigenen Erfahrungen Ödem- und Gasphlegmonebacillen als weitverbreitet angesehen werden, während es uns niemals gelang, den Rauschbrandbacillus in der Natur nachzuweisen. Stets diente uns rauschbrandiges Fleisch (oder Rauschbrandimpfpulver) als Ausgangsmaterial. Wir glauben auch nicht, dafs uns der Nachweis desselben in »Rauschbranderde« besser geglückt wäre, da die positiven Angaben einzelner Autoren nicht ausreichend darüber Aufschlufs gewähren, ob eine Verwechslung mit malignem Ödem oder Gasphlegmone, die gelegentlich im Meerschweinchenkadaver vom Rauschbrande nur schwer unterschieden werden können, vermieden wurde.

Hat nun das Studium der beschriebenen Bakterien, das im übrigen so befruchtend auf unsere Arbeiten über die Buttersäuregärung gewirkt hat, die Anschauung über die systematische Stellung der Erreger derselben modifiziert?

Kann die von uns vorgeschlagene Gruppeneinteilung der Buttersäurebacillen, die hauptsächlich auf dem Chemismus derselben aufgebaut war, nach den Ergebnissen unserer jüngsten Forschung noch weiter aufrecht erhalten werden? Oder bleiben am Ende die harmlosen Buttersäurebacillen hiervon unberührt, und sind die beschriebenen pathogenen Bakterien »spezifische« Mikroorganismen?

Fragen wir zunächst nach der biologischen Bedeutung der Stoffwechselanomalien von Rauschbrand- und Ödembacillus, so ergibt sich für uns, dafs sie nichts anderes sind als der Ausdruck der Variabilität in den Charakteren des Individuums, wie sie überall in der belebten Natur als Voraussetzung für Anpassung und Artenbildung gegeben sein mufs.

Es ist wohl auch ohne weiteres verständlich, dafs jene Eigentümlichkeiten, welche Anpassung, Vererbung, Zuchtwahl in der organischen Welt hervorrufen oder beeinflussen, gerade in der Klasse der »kurzlebigen« Spaltpilze mit gröfstem Ausschlage zur Beobachtung kommen, besonders da hier, wie nirgends sonst, in der Kultur (durch Züchtung) der Einflufs der Aufsenwelt in der mannigfachsten Weise, künstlich zur Geltung gebracht werden kann.

Pleochemismus (und Pleomorphie) bei Bakterien ist daher nichts Verwunderliches, am wenigsten wenn es sich um Mikroorganismen von so vielseitiger Aktivität handelt, wie in unserem Falle.

Wir vermögen aus diesem Grunde auch in der zeitweisen Erwerbung von im allgemeinen dem Typus fremden Eigenschaften und im labilen Verhalten hinsichtlich der Art und Intensität der Zersetzungen — gleichgültig ob man dieselben als Fortschritt (Anpassung) oder als Atavismus deuten will — ein böses Omen für die Systematik nicht zu erblicken, für die im Gegenteil solche Abweichungen vom Normalen wertvolle Leitsterne hinsichtlich der Gruppierung sind.

Sind wir nun berechtigt, auf Grund unserer Kenntnisse den Rauschbrandbacillus und Genossen unter die Buttersäurebacillen einzureihen?

Wir glauben, dafs den natürlichen Verhältnissen hiermit nicht Gewalt angetan würde.

Jedenfalls erscheint uns die Annahme einer Spezifität der beschriebenen Mikroorganismen, im Sinne einer strengen Sonderstellung, derselben, nicht als die glücklichste Lösung dieser Frage.

Die Spezifizierung mag z. B. für die Verfeinerung der Diagnose (Serumreaktionen)[1]) von gröfstem Werte sein und soll in diesem Sinne nach Möglichkeit vervollkommt und ausgebaut werden. Die Notwendigkeit aber, das Gemeinsame hervorzusuchen, und für die Aufstellung von Gruppen zu verwerten, steht aufserhalb dieser Bestrebungen und wird von denselben nicht berührt.

Auf Grund des Auseinandergesetzten wäre die Reihe der Buttersäurebacillen, kurz charakterisiert, folgende:

Beweglicher Buttersäurebacillus,
(Amylobakter). Reiner Kohlehydratvergärer, zersetzt nicht Eiweifs, bildet aus demselben auch keine nennenswerten Mengen Schwefelwasserstoff. Bildet aus Kohlehydraten vorwiegend Buttersäure.

Rauschbrandbacillus und Gasphlegmonebacillus, sporulierend oder denaturiert (unbeweglicher Buttersäurebacillus). Exquisite Kohlehydratvergärer, bilden Schwefelwasserstoff, führen selten zu einer weitergehenden Eiweifszersetzung. Bilden aus Kohlehydraten im sporulierenden Zustande vorwiegend Buttersäure; denaturiert, vorwiegend Milchsäure.

Bacillus des malignen Ödems,
Kohlehydratvergärer, häufig auch Fäulniserreger. Bildet aus Kohlehydraten vorwiegend Milchsäure und regelmäfsig Äthylalkohol.

Fäulniserregender Buttersäurebacillus[2]),
(B. putrificus Bienstock, Kadaverbacillus etc.). Kohlehydratvergärer, regelmäfsig auch Fäulniserreger. Bildet aus Kohlehydraten vorwiegend Milchsäure und regelmäfsig Äthylalkohol.

Protokollauszüge.

Rauschbrandbacillus.

1. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Rauschbrandstamm aus Bayern, denaturiert. Nach 20 Tagen verarbeitet. 1,2 g buttersaurer Baryt, 10,5 g rechtsmilchsaurer Kalk, keine Alkohole. Zucker nicht völlig vergoren.

1) Auch wir unterscheiden am verläfslichsten Ödem- und Rauschbrandbacillenstämme mittels spezifischen Serums. Hiervon später.

2) Seine ausführliche Beschreibung erfolgt in einer der nächsten Abhandlungen.

2. 20 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Rauschbrandstamm aus Bayern, sporulierend. Nach 16 Tagen deutliche Nachgärung, die sich verstärkt. Nach 23 Tagen verarbeitet. Keine Alkohole, 14 g buttersaurer Baryt, keine fixen Säuren.

3. 20 g Dextrose in 1,2 l Peptonbouillon (Kreide). Rauschbrandstamm aus Bayern (sporulierend). Im Filtrate reichlich Toxin nachweisbar. Nach 16 Tagen verarbeitet. Keine Alkohole, 13,2 g buttersaurer Baryt, keine Milchsäure. Das Barytsalz mit Schwefelsäure zersetzt, ausgeäthert; der Rückstand in Wasser gelöst, mit Natronlauge vorsichtig neutralisiert, mit kleinen Mengen Silbernitratlösung gefällt. I. Fraktion (nach dem Waschen und Trocknen ca. 0,32 g) mit einem Silbergehalte von 55,95% (buttersaures Silber enthält 55,4%)

1. 0,1958 g Silbersalz — 0,1097 g Silber
2. 0,1235 g Silbersalz — 0,069 g Silber.

4. 30 g Dextrose, sonst wie oben; Rauschbrandstamm aus Amerika, sporulierend, toxinbildend. Stürmische, ununterbrochene Gärung. Nach 11 Tagen verarbeitet. Keine Alkohole, 12,7 g buttersaurer Baryt, 0,5 g Milchsäure.

5. 30 g Dextrose, wie oben; Rauschbrandstamm aus Niederösterreich, denaturiert. 2,2 g buttersaurer Baryt, keine Alkohole. Die reichlich vorhandene, nicht flüchtige Säure wird in Wasser gelöst, mit Zinkcarbonat gekocht. Aus der Lösung kristallisiert beim Eindampfen rechtsmilchsaures Zink. (0,498 g Substanz geben beim Veraschen 0,1646 g Zinkoxyd.)

6. 30 g Dextrose, wie oben. Rauschbrandstamm aus Niederösterreich, Clostridiengeneration, nicht sporulierend. Langsame, stetige Gärung. Nach 22 Tagen untersucht. 1,8 g buttersaurer Baryt, keine Alkohole, 9,8 g Kalksalz der fixen Säure. Das rein dargestellte Zinksalz der letzteren dreht die Polarisationsebene nicht und enthält 3 Moleküle Kristallwasser. (Nach viertägigem Trocknen an der Luft enthalten 0,3941 g, bei 100° bis Gewichtskonstanz getrocknet, 0,0709 g Wasser = 18%.

7. 30 g Dextrose, wie oben. Rauschbrandstamm aus der Schweiz, sporulierend, giftbildend. Langsame Gärung, deutliche Nachgärung. Keine Alkohole, reichlich flüchtige Säuren, minimale Mengen nicht flüchtiger Säuren.

8. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (5 g Pepton in 1 l Fleischwasser). Kreide. Rauschbrandstamm aus Amerika, sporulierend. Nach 16 Tagen in Arbeit genommen. Kleine Mengen einer gelblichen Flüssigkeit durch Sättigen mit Pottasche aus dem Destillate ausgesalzen (nach dem Erwärmen mit Schwefelsäure und essigsaurem Natron tritt ein deutlicher Geruch nach Essigäther nicht auf). 5,3 g buttersaurer Baryt, 2,9 g Bernsteinsäure, kleine Mengen Milchsäure.

9. 30 g Dextrose, wie 8. Rauschbrandstamm aus Amerika, sporulierend. Nach 22 Tagen verarbeitet. Keine Alkohole, reichlich flüchtige Säuren, keine nicht flüchtigen Säuren.

10. 30 g Saccharose in Peptonbouillon (Kreide). Rauschbrandstamm aus Bayern, denaturiert. Keine Alkohole, 1,4 g buttersaurer Baryt, reichliche Mengen von fixer Säure, die ein linksdrehendes Kalksalz liefert.

11. 30 g Saccharose, wie oben. Rauschbrandstamm aus Bayern (sporulierend). Keine Alkohole, 14 g buttersaurer Baryt, keine fixen Säuren.

12. 30 g Saccharose in Peptonbouillon (5 g Pepton pro Liter Fleischwasser). Rauschbrandstamm aus Amerika, sporulierend. 11,3 g buttersaurer Baryt, keine Alkohole, 0,8 g fixe Säure (Ätherextrakt).

13. 30 g Saccharose in Peptonbouillon (5 g Pepton pro Liter). Rauschbrandstamm aus Amerika. Neben reichlichen Mengen von Buttersäure und Milchsäure nicht unerhebliche Mengen von Bernsteinsäure. Kleine Mengen durch Pottasche aussalzbarer Substanzen.

14. 15 g milchsaurer Kalk in Peptonbouillon (Kreide). Rauschbrandstamm aus Bayern, sporulierend. Stürmische Gärung, intensiver Geruch nach Schwefelwasserstoff (auch objektiv nachweisbar). Nach 8 Tagen in Arbeit genommen. Keine Alkohole, reichlich flüchtige Säuren, keine fixen Säuren (Milchsäure demnach vollständig vergoren).

Die flüchtigen Säuren werden mit Natronlauge vorsichtig neutralisiert und fraktioniert mit Silberlösung gefällt.

Sechs Fraktionen. Aus der Analyse der Silbersalze ergibt sich, dafs Buttersäure und Propionsäure gebildet wurden.

I. Fraktion, 0,1094 g Substanz. 1. 0,0459 g — 0,0255 g Silber; 2. 0,0635 g — 0,0356 g Silber; entsprechend einem Silbergehalte von im Mittel 55,6 %.

II. Fraktion, sehr klein, nicht analysiert.

III. und IV. Fraktion, 2,465 g. IV. Fraktion analysiert. 0,1352 g Substanz — 0,0755 g Silber = 55,7 %; 2. 0,0772 g Substanz — 0,0433 g Silber = 56,0 %; im Mittel enthaltend 55,85 % Silber.

V. Fraktion, 2,3207 g. 1. 0,2145 g Substanz — 0,1247 g Silber = 58,0 %; 2. 0,5422 g Substanz — 0,3122 g Silber = 57,6 %; im Mittel 57,8 % Silber.

VI. Fraktion, 1,10 g. 1. 0,1970 g Substanz — 0,1174 g Silber = 59,6 %; 2. 0,1903 g Substanz — 0,1141 g Silber = 59,9 %; im Mittel 59,75 % Silber. Voraussichtlich war diese Fraktion reine Propionsäure. Um dies zu entscheiden, wurde der Rest der VI. Fraktion in einer Reibschale intensiv mit kaltem Wasser verrieben, filtriert, und der Rückstand neuerlich analysiert. Es ergab sich, dafs der Silbergehalt nicht wesentlich von dem früheren differierte. 1. 0,1889 g Substanz — 0,1123 g Silber = 59,5 %; 2. 0,155 g Substanz — 0,0921 g Silber = 59,4 % (propionsaures Silber enthält 59,66 % Silber).

15. Wie 14. Rauschbrandstamm aus Bayern, sporulierend. Nach 6 Tagen stürmischer Gärung in Arbeit genommen. Intensiver Schwefelwasserstoffgeruch. Bestimmt wird die erste Fraktion des Silbersalzes der flüchtigen Säuren.

Barytsalz mit Schwefelsäure zersetzt, ausgeäthert. Rückstand in Wasser gelöst, mit Natronlauge neutralisiert, mit wenig Silberlösung gefällt. 0,2750 g Substanz. 1. 0,1735 g Substanz — 0,9681 g Silber = 55,8 %; 2. 0,1015 g Substanz — 0,0564 g Silber = 55,5 %. Die erste Fraktion war demnach auch in diesem Versuche Buttersäure.

16. 20 g verkleisterte Stärke in Peptonbouillon (Kreide). Rauschbrandstamm aus Bayern, sporulierend. Stürmische Gärung. Vorübergehend Zuckerreaktion im Filtrate. Nach 15 Tagen untersucht. Keine Alkohole, 9 g buttersaurer Baryt, 2,1 g milchsaurer Kalk.

17. Milch (Kreide), Rauschbrandstamm aus Bayern, denaturiert. Stürmisch vergoren, Casein klumpig ausgeschieden. Molke frei von Phenol, Indol, Ammoniak. 3,1 g buttersaurer Baryt, 7,5 g milchsaurer Kalk, keine Alkohole.

18. Milch (Kreide), Rauschbrandstamm aus Bayern, sporulierend. Stürmische Gärung. Fehlen von Fäulnisprodukten, Kasein andauernd ungelöst. 12,2 g buttersaurer Baryt; keine Alkohole, sehr wenig flüchtige Säuren.

19. Milch (Kreide), Rauschbrandstamm aus Niederösterreich, denaturiert. 1,2 g buttersaurer Baryt, 8,9 g rechtsmilchsaurer Kalk. Keine Alkohole, keine Fäulnisprodukte. Eiweifsgehalt der Molke am zweiten Tage der Gärung 0,61 %, nach 15 Tagen 0,70 %.

20. Milch, Rauschbrandstamm aus Bayern, sporulierend. 7,9 g buttersaurer Baryt, keine fixen Säuren, keine Alkohole. Eiweifsgehalt der Molke am zweiten Tage 0,51 %, am 20. Tage 0,57 %.

Ödembacillus.

21. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Ödembacillus aus dem Institut Pasteur (vibrion septique). Verhältnismäfsig lebhafte Gärung, kein Fäulnisgeruch. Nach 15 Tagen verarbeitet. Sehr wenig flüchtige Säuren (aus dem Barytsalz durch Silberlösung nur minimale Fällung, nach kürzester Zeit Schwärzung), kleine Mengen Äthylalkohol, reichliche Mengen nicht flüchtiger Säuren. Letztere mit Zinkcarbonat gekocht, eingedampft. 2 Kristallisationen, die zweite stark linksdrehend, aus reinem rechtsmilchsauren Zink bestehend (0,297 g Substanz — 0,0988 g Zinkoxyd).

22. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Ödembacillus I (aus Erde). Nach 13 Tagen verarbeitet. Deutlicher Fäulnisgeruch, Schwefelwasserstoffbildung. 2 ccm Äthylalkohol, sehr wenig flüchtige Säuren, reichlich Rechtsmilchsäure.

23. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Ödembacillus aus menschlicher Gasphlegmone (von Prof. Ghon freundlichst überlassen). Nach 24 Tagen verarbeitet. Kleine Mengen flüchtiger Säuren (0,8 g Barytsalz) 0,9 ccm Äthylalkohol, reichliche Mengen fixer Säure. Letztere mit Kreide neutralisiert, das Kalksalz mit Oxalsäure zersetzt, das Filtrat mit Zinkcarbonat gekocht.

Rechtsmilchsaures Zink (starke Linksdrehung der Lösung, 2 Moleküle Kristallwasser). 0,3190 g Substanz — 0,1062 g Zinkoxyd.

24. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Ödembacillus II (aus der Peritonealflüssigkeit eines an Darmverschlingung verendeten Pferdes). Ziemlich lebhafte, lang anhaltende Gärung. Nach 23 Tagen verarbeitet. 2,5 ccm Äthylalkohol, sehr wenig flüchtige Säuren, reichliche Mengen von Milchsäure. Deutlicher Fäulnisgeruch.

25. 30 g Saccharose (Kreide) in Peptonbouillon. Ödembacillus aus dem Institut Pasteur. Lebhafte Gärung. Nach 12 Tagen verarbeitet. Kleine Mengen Äthylalkohol, kleine Mengen flüchtiger Säure. Im Ätherextrakte (fixe Säuren) Ausscheidung von Kristallen, die nicht Bernsteinsäure sind.

26. 30 g Saccharose in Peptonbouillon (Kreide). Ödembacillus aus menschlicher Gasphlegmone. Mäfsig lebhafte Gärung. Kein Fäulnis-

geruch. 1,5 g Barytsalz der flüchtigen Säuren, 1,8 ccm Äthylalkohol, 5,3 g Ätherextrakt (nicht flüchtige Säure). Das Barytsalz in Wasser gelöst, mit Silberlösung gefällt. 0,415 g Substanz — 0,2308 g Silber = 55,6 %.

27. 30 g Saccharose in Peptonbouillon (Kreide). Ödembacillus I. Lebhafte Gärung. Nach 13 Tagen untersucht. Kleine Mengen Äthylalkohol, sehr wenig flüchtige Säuren, reichlich Milchsäure.

28. Milch (Kreide). Ödembacillus I. Nach 14 Tagen verarbeitet. Keine Alkohole, verhältnismäfsig reichliche Mengen flüchtiger Säure, zunächst als Barytsalz dargestellt, wenig fixe Säure. Die Milch riecht deutlich kariös. Schwefelwasserstoff fehlt, wenig Indol, deutlich positive Ammoniakreaktion. Eiweifsgehalt der Molke im Mittel aus zwei Bestimmungen 1,31 %. Das Barytsalz wurde in Wasser gelöst und mit einem Überschusse von Silbernitratlösung gefällt. Circa 1,4 g Silbersalz erhalten. 0,2561 g Substanz — 0,1478 g Silber = 57,7 %. Zur Bestimmung der ersten Fraktion wird das Silbersalz mit Schwefelsäure zersetzt, destilliert und mit Kalilauge neutralisiert. Mit kleinen Mengen Silberlösung gefällt. Circa 0,3 g Substanz mit einem Silbergehalte von im Mittel 55,4 %. (0,1833 g Silbersalz — 0,1014 g Silber; 0,102 g Silbersalz — 0,0566 g Silber).

29. Milch (Kreide). Ödembacillus aus dem Institut Pasteur. Die Gärung beginnt erst 8 Tage nach der Aussaat (Kultur durch aerobe und anaerobe Züchtung, wie durch den Tierversuch sichergestellt). Reaktion deutlich sauer, kein Fäulnisgeruch. Kasein typisch wie in Rauschbrandkulturen abgeschieden. Unmittelbar nach der Ausscheidung des Caseins von der Molke Proben entnommen. Eiweifsgehalt derselben 0,884 %. Nach 10 Tagen lebhaftester Gärung neuerlich Eiweifsgehalt der Molke festgestellt. Derselbe betrug jetzt 0,886 %. Keine Fäulnisprodukte, keine Alkohole, wenig flüchtige Säuren.

30. Milch (Kreide). Ödembacillus I. Typische Ausscheidung des Kaseins. Am ersten Tage von der Molke Proben entnommen und mittels Klärpulver wiederholt filtriert. Eiweifsgehalt derselben 0,40 %. Nach 13 Tagen abermals Molke untersucht. Eiweifsgehalt derselben 0,48 %. Kein Fäulnisgeruch.

31. Milch (Kreide). Ödembacillus II. Die Gärung beginnt erst nach 6 Tagen; von da ab stürmischer Verlauf derselben. Kein Fäulnisgeruch. Eiweifsgehalt der über Klärpulver filtrierten Molke = 0,498 % Milchzuckergehalt = 3,2 %.

32. Milch (Kreide). Ödembacillus aus menschlicher Gasphlegmone. Langsame Entwicklung ohne sichtbare Gasentwicklung, Kasein ausgefällt. Sauere Reaktion. Keine Alkohole, mäfsige Mengen flüchtiger Säure, wenig nicht flüchtige Säure. Eiweifsgehalt der Molke 0,51 %.

33. Milch (Kreide). Ödembacillus I. Beginnende Coagulierung nach 24 Stunden, nach 36 Stunden typisch wie beim Rauschbrandbacillus geronnen. Molke nach 36 Stunden probeweise entnommen, zeigt deutlichen kariösen Geruch. Eiweifsgehalt derselben 0,682 %. Nach 16 Tagen Eiweifsgehalt der Molke (gelbbräunlich gefärbt) 0,98 %, Kaseingerinnsel anscheinend unverändert.

34. Wie 33. Ödembacillus I. Eiweifsgehalt der Molke zu Beginn der Gärung 0,664 %; nach 16 Tagen 1,03 %. Kariöser Geruch, Kasein wieder anscheinend unverändert.

35. Zwei Proben von erstarrtem Rinderserum. Ödembacillus I und II. Stürmisch durchwachsen. Der ausgeprefste Saft auf seinen Eiweifsgehalt untersucht.

Ödembacillus I. Schwefelwasserstoffgeruch. Im Safte reichlich Albumin. Eiweifsgehalt desselben 4,6 %.

Ödembacillus II. Kariöser Geruch, wenig Albumin im Prefssafte. Eiweifsgehalt desselben 2,9 %.

36. Vier Proben von erstarrtem Rinderserum. Ödembacillus II. Urinöser Geruch. Der ausgeprefste Saft sämtlicher Proben stark albuminhaltig. Derselbe wird von allen Proben gesammelt, in Kapillaren eingeschmolzen und kurze Zeit auf 90° C. erhitzt. Vom Niederschlage wird klar abfiltriert. Im Filtrat Eiweifsgehalt 2,00 %. Coagulum andauernd ungelöst.

Gasphlegmonebacillen.

37. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Fränkelscher Gasphlegmonebacillus (denaturierter Originalstamm, von Herrn Dr. Jochmann freundlichst übersandt). Mäfsig lebhafte Gärung. Nach 12 Tagen verarbeitet. 1,3 g buttersaurer Baryt, keine Alkohole, 4,8 g rechtsmilchsaurer Kalk.

38. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Gasphlegmonebacillus aus nach Botkin angereicherter Milch, denaturiert. Nach 10 Tagen in Arbeit genommen. Keine Alkohole, sehr wenig flüchtige Säuren, reichlich fixe Säure (Rechtsmilchsäure).

39. 30 g Dextrose in Peptonbouillon (Kreide). Gasphlegmonebacillus aus Erde (sporulierend). Stürmische Gärung, nach 12 Tagen verarbeitet. Keine Alkohole, 12 g buttersaurer Baryt, 2,2 g rechtsmilchsaurer Kalk.

40. 30 g Saccharose in Peptonbouillon. Gasphlegmonebacillus aus Gartenerde, sporulierend, hochpathogen. Keine Alkohole, 14 g buttersaurer Baryt, 1,8 g rechtsmilchsaurer Kalk.

41. Milch (Kreide). Fränkelscher Originalstamm. Typische Vergärung der Milch unter Abscheidung des Kaseins. Keine Alkohole, 7,2 g buttersaurer Baryt, 3,7 g rechtsmilchsaurer Kalk. Eiweifsgehalt der Molke 0,59 %, Milchzuckergehalt 3,9 %.

42. Milch (Kreide), sporulierender Gasphlegmonebacillus aus Erde. Stürmische Vergärung. Keine Alkohole, 14 g buttersaurer Baryt, keine nicht flüchtigen Säuren.

Über den Einflufs der Besonnung auf den Wasserdampfgehalt der Kleiderluft.

Von

Privatdozent Dr. **Heinrich Wolpert.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

In welcher Weise der Wasserdampfgehalt der Kleiderluft durch den Aufenthalt in der Sonne beeinflufst werde, läfst sich nicht ohne weiteres sagen. Zwar besteht kein Zweifel, dafs, unter im übrigen gleichen Umständen, in wärmerer Luft mehr Wasser durch die Haut abgegeben wird. Doch wäre es nicht statthaft, hieraus zu folgern, dafs in der durch die Sonne erwärmten Kleiderluft der Feuchtigkeitsgrad absolut oder vollends auch relativ ein wesentlich höherer als bei Aufenthalt im Schatten sein müsse. Denn zu der Vermehrung der Abgabe gesellt sich aus dem gleichen Anlafs eine Erhöhung der Kleiderventilation. Und es steht durchaus dahin, ob die eine Wirkung nicht durch die andere in der Regel kompensiert, vielleicht auch über- oder unterkompensiert wird.

Die absolute Feuchtigkeit in der Kleiderluft mufs zwar stets gröfser als in der Umgebungsluft sein. Aber der Effekt einer Erwärmung unserer Kleidung durch die Sonne kann, soweit sich theoretisch überblicken läfst, sowohl dahin ausschlagen, dafs die Kleiderluft entweder absolut und auch relativ feuchter als im nicht sonnenerwärmten Zustand wird — dann käme die erhöhte Ventilation nicht wesentlich zur Geltung. Oder die Kleiderluft wird nur absolut feuchter, jedoch relativ

trockener, in welchem Falle die gesteigerte Lüftung einen deutlichen Einflufs erkennen liefse. Auch ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dafs die Kleiderluft unter dem Einflufs der Besonnung relativ und auch absolut trockener werden könnte als im beschatteten Zustand; die Kleiderventilation wäre dann aufserordentlich gesteigert. Ferner sind eine Reihe von Zwischenzuständen denkbar. Welcher Zustand bildet nun die Regel?

Da der Wasserdampfgehalt der den Körper umgebenden Luft unter Umständen das Wohlbefinden des Menschen zu beinflussen vermag, hielt ich ein gelegenheitliches Eingehen auf diese Frage für angebracht. Vor einigen Jahren (Juni 1900) habe ich daher Veranlassung genommen, eine Versuchsreihe nach dieser Richtung anzustellen, über deren Ergebnis die folgenden Zeilen berichten mögen.

Selbstverständlich interessierte mich nur der Wassergehalt der über dem nicht schwitzenden Körper gelagerten Kleiderluft. Die Versuchsbedingungen wurden daher so gewählt, dafs bei möglichst intensiver Sonnenstrahlung, doch keine gröfseren Mengen von Schweifs auftreten konnten. Zu diesem Zweck wurde während der Versuche auf möglichste körperliche Ruhe und Muskelentspannung gehalten, anch der Versuchsplatz möglichst luftig ausgesucht, und der Versuch unterbrochen oder als ungültig angesehen, sobald etwa ein stärkerer Schweifsausbruch im Anzug zu sein schien. Die Versuchskleidung war die gewöhnliche, eine leichte Sommerkleidung.

Die Ausführung der Versuche geschah in der Weise, dafs ich mich im Freien, auf dem Dache des Instituts (Klosterstrafse 36), auf einem verstellbaren Lehnstuhl gelagert, intensiv von der Sonne bescheinen liefs und zeitweise Temperatur sowie relative Feuchtigkeit der Kleiderluft bestimmte. Die Messungen der Kleiderluft wurden gleichzeitig auf besonnter und unbesonnter Körperseite vorgenommen, und die zu besonnende Kleidungsfläche möglichst senkrecht zur Sonnenstrahlung exponiert. Als Feuchtigkeitsmesser bediente ich mich des Wurster-Lambrechtschen Kleiderhygrometers in zwei Exemplaren. Die Instrumente, deren Haarstrang lege artis, nicht zu kurze Zeit vor den einzelnen Versuchen, eine Regenerierung erfahren hatte, wurden nebst Thermometern,

an Schnüren befestigt, zwischen Haut und Kleidung versenkt und öfter hervorgezogen; die Anzeigen wurden erst dann als mafsgeblich notiert, nachdem ein Beharrungszustand eingetreten war. Nach den endgültigen Messungen der Kleiderluft wurde sofort mittels der gleichen Instrumente die Temperatur und Feuchtigkeit der umgebenden Luft (im Schatten) gemessen.

Als Hautbezirke für die Vornahme der Messungen wählte ich nach einigen Vorversuchen aus: Die Abdominalgegend unmittelbar über dem Nabel und die entsprechende Hautgegend des Rückens — die linke und rechte Hüfte — die vordere und hintere Fläche des Oberschenkels. Beispielsweise wurde somit sowohl auf Abdomen als auch auf Rücken je ein solches Hygrometer und Thermometer untergebracht.

Zunächst seien in Kürze die an Ort und Stelle gemachten Aufzeichnungen wiedergegeben.

Versuchstag 1, Nachmittagssonne. Messungen auf Abdomen Sonnenseite, Rücken Schattenseite. Kein Schweifs.

26,5° und 35% relative Feuchtigkeit im Freien (Schatten),
32,0° › 60% › › auf Schattenseite,
39,0° › 50% › › auf Sonnenseite.

Versuchstag 2, Nachmittagssonne. Messungen auf Oberschenkel vorn Sonnenseite, hinten Schattenseite. Kein Schweifs.

27,0° und 32% relative Feuchtigkeit im Freien (Schatten),
33,0° › 41% › › auf Schattenseite,
39,0° › 35% › › auf Sonnenseite.

Versuchstag 3, Abendsonne. Messungen auf linker Hüfte Sonnenseite, rechter Hüfte Schattenseite. Kein Schweifs.

27,0° und 32% relative Feuchtigkeit im Freien (Schatten),
33,0° › 30% › › auf Schattenseite,
39,0° › 36% › › auf Sonnenseite.

Versuchstag 4, Nachmittagssonne. Messungen auf Oberschenkel vorn Sonnenseite, hinten Schattenseite. Kleidung brennt heifs auf Oberschenkel, gleichwohl kein Schweifs.

27,0° und 30% relative Feuchtigkeit im Freien (Schatten),
35,0° › 35% › › auf Schattenseite,
42,0° › 23% › › auf Sonnenseite.

Versuchstag 5, Nachmittagssonne. Messungen auf Abdomen Sonnenseite, Rücken Schattenseite. Etwas Schweifs.

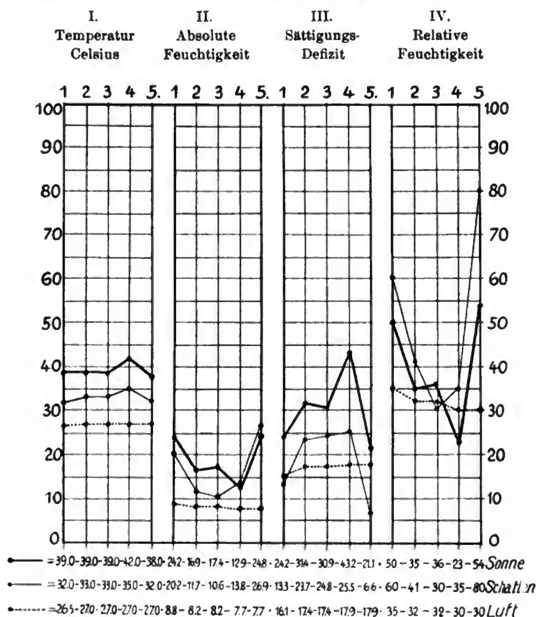
27,0° und 30% relative Feuchtigkeit im Freien (Schatten),
32,0° › 80% › › auf Schattenseite,
38,0° › 54% › › auf Sonnenseite.

Aus diesen Messungsergebnissen leiten sich die in untenstehender Figur graphisch dargestellten Resultate ab.

Kleiderluft in Sonne und Schatten.

Messungen:

Unter 1 und 5 auf Abdomen (Sonne) und Dorsum (Schatten), unter 2 und 4 auf Femur. ant. (Sonne) und Fem. post. (Schatten), unter 3 auf Coxa sinistra (Sonne) und Coxa dextra (Schatten), ferner durchweg in freier Luft (Schatten).



Durch Zusammenfassung von Tag 1 und 5, sowie 2 und 4, lassen sich drei Versuchsgruppen unterscheiden.

I. Versuchstag 1 und 5.

Die Beobachtungen am ersten Versuchstag zeigen:

Die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft war auf der Sonnenseite des Körpers gröfser als auf seiner Schattenseite, die relative Feuchtigkeit im Gegenteil geringer. Neben der absoluten war auch die relative Feuchtigkeit während der Besonnung in der Kleiderluft erheblich gröfser als in der umgebenden freien Luft.

Am fünften Versuchstag brannte die Sonne über dem nämlichen Kleidungsbezirk (Abdomen). Im Gegensatz zum ersten Versuchstag machte sich jedoch ein leichter Schweifs bemerkbar, sei es nun, weil etwa die Luft etwas weniger bewegt gewesen, oder die Sonne um ein Geringes intensiver geschienen, oder vielleicht auch infolge einer anderen individuellen Disposition eine erhöhte Neigung zum Schwitzen bestanden haben mag. Die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft war auf der Sonnenseite nicht gröfser, eher geringer als auf der Schattenseite, die relative Feuchtigkeit blieb gleichwohl sehr erheblich geringer (55 gegen 80%). Neben der absoluten war auch die relative Feuchtigkeit während der Besonnung in der Kleiderluft weit gröfser als in der umgebenden freien Luft. Die Temperatur der Kleiderluft im Zustand der Besonnung war, wohl infolge der Schweifsverdampfung, am fünften Versuchstag um 1° niedriger als am ersten.

II. Versuchstag 2 und 4.

Aus den Beobachtungen am zweiten Versuchstag ergeben sich genau die bereits für den ersten gezogenen Folgerungen; die Messungen wurden hier auf dem Oberschenkel ausgeführt und waren dort, wie erwähnt, auf dem Körperstamm vorgenommen worden.

Am vierten Versuchstag wurde auf den gleichen Hautbezirken wie am zweiten gemessen. Temperatur und relative Feuchtigkeit der Luft im Freien waren ebenfalls unverändert dieselben (27° und 30—32% r. F.). Jedoch brannte die Sonne stärker, was zunächst durch eine Erhöhung der Temperatur der Kleiderluft unter den besonnten Bezirken (42° gegen 39°) sich äufserte. Zu Schweifsbildung kam es gleichwohl nicht. Unter solchen Um-

ständen mufste die Kleiderventilation maximal gesteigert sein. Die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft war daher auf der Sonnenseite nicht gröfser, eher geringer als auf der Schattenseite; und die relative Feuchtigkeit blieb, wie am zweiten Versuchstag, erheblich unter dem Wert auf Schattenseite, hier sogar unter dem Wert der freien Luft (23 gegen 35 und 30%).

III. Versuchstag 3.

Am dritten Versuchstag, wo die Messungen in beiden Hüften erfolgten, stellte ich nicht nur die absolute, sondern auch die relative Feuchtigkeit der Kleiderluft auf der Sonnenseite über die Schattenseite. Freilich war letzterer Unterschied nicht erheblich (36 gegen 30%). Die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft war selbstverständlich höher als in der umgebenden freien Luft; während letztere nur 8,2, enthielt die Kleiderluft auf Schattenseite 10,6 und auf Sonnenseite des Körpers 17,4 mg Wasser im Liter. Jedoch war die relative Feuchtigkeit auf Schattenseite kaum von der Umgebungsluft verschieden, allenfalls ein Geringes niedriger als in der freien Luft (30 gegen 32%).

Das Sättigungsdefizit der Kleiderluft war ausnahmslos an allen Versuchstagen unter den besonnten Kleidungsbezirken erheblich gröfser als unter den unbesonnten, und gröfser als in der freien Luft. Auch war das Sättigungsdefizit der Kleiderluft auf der Schattenseite des Körpers zumeist gröfser als in der freien Luft. —

Wie man sieht, braucht sich die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft unter dem Einflufs der Besonnung überhaupt nicht zu ändern. In solchen Fällen führt die durch die Besonnung gesteigerte Kleiderventilation ebensoviel Wasser mehr weg, als die Haut mehr liefert. Dafs die Haut tatsächlich eine Mehrlieferung aufzuweisen hat, wird hierbei durch die Temperatursteigerung der Kleiderluft bewiesen.

Sogar eine Einbufse kann die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft unter dem Einflufs der Besonnung erfahren. In solchen Fällen wird offenbar durch die strahlende Wärme stärker die Ventilation der Kleidung als die Wasserdampfabgabe der Haut begünstigt.

Meistens wird die absolute Feuchtigkeit der Kleiderluft in der Sonne jedoch gröfser als im Schatten gefunden, so dafs also das Plus an Wasser, welches die Haut liefert, von der gesteigerten Ventilation nicht bewältigt wird.

Die relative Feuchtigkeit der Kleiderluft braucht sich ebenfalls unter dem Einflufs der Besonnung überhaupt nicht zu ändern. In solchen Fällen mufs gleichzeitig jedoch die absolute Feuchtigkeit steigen, und zwar um so mehr steigen, je weniger die Ventilation der Kleidung hiermit gleichen Schritt hält.

Auch ohne dafs Schweifs besteht, kann die relative Feuchtigkeit der Kleiderluft ausnahmsweise in der Sonne sogar gröfser als im Schatten gefunden werden. Dann mufs gleichzeitig die absolute Feuchtigkeit erst recht gröfser werden.

Gewöhnlich sinkt jedoch die relative Feuchtigkeit der Kleiderluft unter dem Einflufs der Besonnung, während die absolute Feuchtigkeit zunimmt. Die Temperatur der Kleiderluft wächst dann verhältnismäfsig stärker, als die Haut mit Vermehrung der Abgabe reagiert. Übrigens geht dieses Sinken der relativen Feuchtigkeit zuweilen mit einem Gleichbleiben und sogar einem Abfall der absoluten Feuchtigkeit einher; die Ventilation der Kleidung ist dann maximal gesteigert.

Zusammenfassung.

Die Kleiderluft enthält in der Sonne, absolut genommen, zuweilen etwas weniger, meistens erheblich mehr Wasserdampf als im Schatten; letzteres auch dann, wenn die Haut vollkommen trocken bleibt. Die Kleiderluft weist jedoch in der Sonne, solange man nicht stark schwitzt, fast stets eine erheblich niedrigere relative Feuchtigkeit, und stets ein erheblich gröfseres Sättigungsdefizit als bei Aufenthalt im Schatten auf.

(Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität Strafsburg.)

Die Konservierung des Hackfleisches mit (neutralem) schwefligsaurem Natrium.[1])

Von

Dr. **E. Altschüler,** Assistenten des Instituts.

Der Mangel einer gesetzlichen Grundlage über die Beurteilung der Zulässigkeit des schwefligsauren Natriums als Konservierungsmittel hat vor wenigen Jahren eine Reihe beratender Körperschaften veranlafst, Urteile hierüber von berufener Seite einzuholen. So beschäftigte sich vor einigen Jahren auch der Gesundheitsrat für den Bezirk Unter-Elsafs mit dieser Angelegenheit und wünschte von Prof. Forster ein Gutachten hierüber. Da damals nur spärliche, auf Grund bakteriologischer Untersuchungen gewonnene Tatsachen vorlagen, erforderte die Ausarbeitung desselben eine experimentelle Unterlage. Ich folgte gern der hierdurch veranlafsten Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, eine Untersuchung über die Frage auszuführen, ob dem schwefligsauren Natrium eine Schlachtfleisch konservierende Wirkung zukommt. Meine unter Leitung von Prof. Forster unternommene Arbeit war bereits beendet — ich wollte aber vor meiner Approbation nicht damit in die Öffentlichkeit treten —, da erschienen, wahrscheinlich auf ähnliche Anregungen hin, die Untersuchungen von Gärtner[1]), Lange[2]) und Stroscher[3])*). Ein weiterer

1) Bearbeitet nach einer im Sommer 1902 von mir der medizinischen Fakultät der Universität Strafsburg zur Erlangung der Doktorwürde vorgelegten Dissertation.

*) S. Literatur am Schlusse der Abhandlung.

Schritt in dieser Angelegenheit geschah durch die kaiserliche Verordnung vom 16. Febr. 1902, wonach neben dem Verbot verschiedener anderer chemischer Konservierungsmittel auch der Zusatz von schwefligsaurem Natrium vom 1. Oktober 1902 an nicht mehr gestattet ist. Für die praktische Hygiene war die Sache somit erledigt. Trotzdem glauben wir die folgenden Untersuchungen veröffentlichen zu dürfen, da sie einerseits zu Resultaten führten, die etwas von den der genannten Autoren abwichen, anderseits dabei einige Erfahrungen gemacht werden konnten, die vom hygienischen Standpunkte aus nicht ohne jede Bedeutung sein dürften.

Bevor ich die Ergebnisse meiner Versuchsreihen mitteile, möchte ich zunächst einige allgemeine Bemerkungen über die Art, wie ich meine Versuche angestellt habe, vorausschicken, wenn ich mich im wesentlichen auch auf die üblichen Methoden beschränkte.

Das zur Untersuchung benutzte Fleisch war, wenn nicht anders angegeben, möglichst frisch, in einzelnen Fällen höchstens 2—3 Tage alt, fast fettfrei und wurde, damit es vor gröberer Beschmutzung bewahrt blieb, von mir selbst gehackt. Dabei sterilisierte ich die Messer und die Fleischhackmaschine nicht, um der Anwendungsweise im täglichen Leben möglichst nahe zu kommen; ich reinigte sie nur mechanisch und mit Wasser. Für das Gelatine-Plattenverfahren, welches zur Zahlbestimmung der Bakterien benutzt wurde, erwies sich folgende Verdünnungsart nach vielfachen Versuchen am besten und wurde in den mitgeteilten Untersuchungen stets angewandt.

Von dem Hackfleisch wurde mittels eines geeichten scharfen Löffels je 1 g entnommen, in 10 ccm Bouillon gebracht und hierin tüchtig geschüttelt, so dafs das Fleisch in feiner Verteilung in der Flüssigkeit flottierte. Hieraus fertigte ich dann so, dafs möglichst keine Fleischteilchen mitgenommen wurden, mit geeigneten Ösen und Spiralen die nötigen Verdünnungen für die Gelatineplatten an. Die Kolonien wurden auf einem steifen, in Quadrate geteilten schwarzen Papiere mit der Lupe oder dem Mikroskope gezählt.

Vor dem jedesmaligen Gebrauche wurde das Fleisch stets tüchtig gemischt, bei jeder Untersuchung zugleich die Veränderungen in der Farbe und in dem Geruch aufgezeichnet. Allen den Tabellen zu Grunde liegenden Versuchen gingen, um gröbere Fehlerquellen nach Möglichkeit zu vermeiden, Versuche zur Einübung in jede Methode voraus. In den Tabellen findet man zunächst das Resultat der ersten Verdünnung, nötigenfalls folgen darunter die der zweiten oder dritten Verdünnung.

Als Konservesalz wurde das übliche neutrale, schwefligsaure Natrium benutzt, das gut verschlossen aufbewahrt wurde. Sein Gehalt an schwefliger Säure, welcher durch Überführen des schwefligsauren Natriums in Bariumsulfat nach Angabe von Fresenius bestimmt wurde, betrug 25,25 %.

I. Versuchsreihe.

Dezember 1900. Januar 1901.

Durch das Plattenverfahren sollte festgestellt werden, in welcher Konzentration dem Natriumsulfit als Zusatz zum Hackfleisch eine bakterientötende oder entwicklungshemmende Wirkung zukäme. Die mit dem Salz versetzten Hackfleischproben wurden zusammen mit einer Probe ohne Zusatz bei einer Temperatur gehalten, die im Maximum bei 18°, im Minimum bei 7° lag. In Tabelle I, II und III sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zusammengestellt.

Aus den äufseren Erscheinungen schon liefs sich in der Tat ableiten, dafs bei einem Zusatz von 0,5 und 1 % das Natriumsulfit entwicklungshemmend wirkt. Während das Hackfleisch ohne Zusatz von Natriumsulfit unter gleichen Bedingungen wie die beiden anderen Sorten bereits am 3. und 4. Tage in den als »stinkende Fäulnis« zu bezeichnenden Zustand übergegangen war, trat bei dem Fleisch mit 0,5 % Salz dieses Stadium am 10., bei einem am 8. Tage, bei dem mit 1 % Zusatz am 12., 10. und 8. Tage ein.

Tabelle I.

Anzahl d. Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	bei Zusatz von 1% Na_2SO_3	
1	1,2			
2	3,9	0,7	0,5	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
3	603,0	3,5	0,8	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist braun
4	1829,1	2,5	1,3	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen
5		10,0	4,1	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5% Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
7		216,5	216,3	Hackfleisch mit Zusatz von 1% Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
8		246,9	253,6	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5% Na_2SO_3 ist braun
9		300,5	393,8	Hackfleisch mit Zusatz von 1% Na_2SO_3 ist braun
10		verflüssigt	373,7	Hackfleisch m. Zusatz von 0,5% Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen
11		verflüssigt	487,6	
12			4757,0	Hackfleisch mit Zusatz von 1% Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen

Tabelle II.

Anzahl d. Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	bei Zusatz von 1% Na_2SO_3	
1	0,5	0,6	0,5	
2	übersät mit Kolonien (1112,2)	1,0	1,0	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist braun
3	verflüssigt	1,2	1,8	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen
4	verflüssigt	87,1	120,6	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5 und 1% Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
5		80,4	100,5	
7		593,8	verflüssigt	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5 und 1% Na_2SO_3 ist braun
8		1293,1	1594,6	Hackfleisch m. Zusatz v. 0,5 u. 1% Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen

Tabelle III.

Anzahl d. Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	bei Zusatz von 1% Na_2SO_3	
1	1,2			
2	3,5	0,3	0,5	
3	übersät mit Kolonien	1,7	0,3	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist braun
4	verflüssigt	27,5	1,7	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen
7		verflüssigt 254,6	verflüssigt 462,3	
8		verflüssigt 422,1	verflüssigt 1755,4	Hackfleisch mit 0,5 und 1% Zusatz beginnt sich zu bräunen
9		verflüssigt	verflüssigt 2257,9	Hackfleisch mit 0,5 und 1% Zusatz ist braun
10		verflüssigt 4241,1	verflüssigt 2988,2	Hackfleisch mit 0,5 u. 1% Zusatz ist in stinkende Fäulnis übergegangen

Ihre zahlenmäfsige Bestätigung finden diese Erscheinungen in den Ergebnissen der bakteriologischen Untersuchung, wenngleich in den ersten Versuchen die Resultate infolge des Auftretens stark die Gelatine verflüssigender Proteusarten getrübt sind, da ich anfänglich die richtige Verdünnung noch nicht gefunden hatte. Nach den Tabellen I—III findet offenbar bei allen drei Fleischproben der Eintritt der deutlich erkennbaren stinkenden Fäulnis ungefähr dann statt, wenn die Bakterien schon eine so starke Vermehrung zeigen, dafs ihre Anzahl pro 1 g Fleisch auf über 1000 Millionen angewachsen ist. Man findet z. B. in den drei Tabellen folgendes Ergebnis in dieser Beziehung.

Anzahl der Bakterien beim Eintritt der stinkenden Fäulnis:

1 g Hackfleisch enthält Bakterien in Millionen:

Tabelle	Ohne Zusatz von Na_2SO_3	Bei Zusatz v. 0,5% Na_2SO_3	Bei Zusatz v. 1% Na_2SO_3
I.	1829,1	verflüssigt	4757,0
II.	verflüssigt	1293,1	1594,6
III.	verflüssigt	4241,1	2988,2

Die Tabellen zeigen ferner, dafs in dem Hackfleisch ohne Zusatz eine langsame Bakterienentwicklung stattgefunden hat. Dann tritt eine ganz plötzliche lebhafte Vermehrung ein, welche nur in einem Falle bei einer vermutlich schon älteren Fleischprobe gleich am Anfang beobachtet werden konnte. Diese plötzlich auftretende starke Vermehrung möchte ich als »kritischen Punkt« bezeichnen. Er ist der Vorbote der beginnenden merkbaren Fäulnis, insofern als letzterer Prozefs das Produkt der nun in ganz enormer Anzahl vorhandenen Bakterien ist. Wahrscheinlich handelt es sich hier um den Zeitpunkt, an dem die ursprüngliche Reaktion des Fleisches durch eine starke Säure infolge der später zu beschreibenden Spaltungsprozesse durch die Bakterien der durch eine schwache Säure bedingten oder einer neutralen Reaktion Platz gemacht hat; mit Untersuchungen über diese Veränderung bin ich noch beschäftigt.

Was nun das Fleisch mit Zusatz von Natriumsulfit betrifft, so finden wir bei Tabelle I eine allmähliche langsame Vermehrung der Bakterien bis zum 5. Tage, bei Tabelle II bis zum 3., bei Tabelle III mit einer Versuchsreihe, bei der leider zwei Tage ausfielen, konnte sie bis zum 4. Tage beobachtet werden. Auf diese nur allmählich sich steigernde Kolonienzahl folgt ebenso wie beim Fleisch ohne Zusatz von Natriumsulfit ein plötzlicher gröfserer Schub, der kritische Punkt, der dann den Übergang zur stinkenden Fäulnis bildet. Es ist also eine deutliche Wirkung des angewandten Natriumsulfits dahin zu erkennen, dafs der kritische Punkt im Verhältnis zu der zugesetzten Salzmenge hinausgeschoben wird, oder dafs eine Hemmung der Bakterienvegetation eingetreten ist.

Um über die Art der Einwirkung des Natriumsulfits auf die Vegetationsprozesse der Mikroorganismen noch eingehenderen Aufschlufs zu gewinnen und um eine Täuschung in dieser Beziehung womöglich auszuschliefsen, mufsten noch weitere Untersuchungen ausgeführt werden. In den folgenden Versuchsreihen wurden deshalb neben den Veränderungen in dem biologischen Zustande des Hackfleisches auch zu entscheiden versucht, ob das Auftreten gewisser, durch Bakterienwirkung erzeugter

chemischer Substanzen in entsprechender Weise modifiziert wird. Hierzu diente zunächst die Bestimmung der Mengen des abspaltbaren Ammoniaks, die nach der Schlösingschen Methode geschah. Wir wurden hierzu veranlafst durch die bekannte Erfahrung, dafs während der Fäulnis des Fleisches Ammoniak oder Körper, die leicht Stickstoff in Form des Ammoniaks abgeben, aus den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Fleisches gebildet werden. Zu diesen Untersuchungen mufste aus noch zu erwähnendem Grunde folgender Weg eingeschlagen werden. 100 g Hackfleisch wurden mit 200 ccm Wasser in einer Reibschale tüchtig gemischt, die Mischung dann durch Leinen filtriert. Von dem so gewonnenen Extrakt kamen 100 ccm für die Ammoniakbestimmung zur Benutzung. Die Titrierung der absorbierenden Schwefelsäure geschah mit Barytlösung. Zu diesem Extraktverfahren waren wir genötigt durch die Erfahrung, dafs das Hackfleisch, nach der Schlösingschen Methode behandelt, noch innerhalb 2—3 Wochen eine kontinuierliche Ammoniakabspaltung zeigte. Tab. IV (S. 121) mag als Beleg hierzu dienen.

Vermutlich sind hier autolytische Prozesse im Spiele, die im Inneren der Fleischstückchen eine Zerlegung herbeiführen. Aufserdem kann die zugeschüttete Kalkmilch zuerst nur an der Oberfläche der einzelnen Teilchen ihre Wirkung geltend machen. Nur allmählich findet ein Eindringen der Kalkmilch ins Innere der Fleischstückchen statt und bewirkt eine Austreibung des in diesen Teilen (durch Autolyse) gebildeten Ammoniaks.

Als ein weiteres chemisches Hilfsmittel zum Nachweis der Zersetzungsintensität benutzten wir die Biuretreaktion. Das Auftreten derselben bedeutet eine Spaltung des Eiweifsmoleküls bis zur Peptonbildung. Tritt ein weiterer Abbau ein, so wird die Reaktion schwächer und verschwindet schliefslich ganz. Bei frischem Fleisch, das vom gleichen Tage stammte, an dem die Reaktion angestellt wurde, fiel sie stets negativ aus. Inwieweit durch diese Reaktion Aufschlufs über die obigen Verhältnisse gegeben wird, und ob ihr Auftreten und ihr Verschwinden ein so zuverlässiges Mafs ist, dafs man praktische Schlüsse daraus ziehen kann, liefs sich vorderhand noch nicht konstatieren. Die

Versuche hierüber sind von mir bisher in noch zu geringer Anzahl angestellt, und diese wenigen sind mit Fleisch gemacht, das bei hohen Temperaturen gehalten wurde, also bei für unsere Beobachtungen ungünstigen Verhältnissen, unter welchen der Prozefs der Zersetzung in sehr kurzer Zeit abläuft.

Tabelle IV.

Anzahl der Tage	100 g Hackfleisch spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)	
	frisch	faul
1	10,3	—
3	14,6	—
5	6,9	34,3
7	13,1	63,7
9	16,9	63,5
11	8,3	50,6
14	14,0	47,5
16	6,4	28,6
18	8,9	50,6
20	9,8	51,5
Im ganzen	109,2	390,3

Anzahl der Tage	100 g Hackfleisch spalten Stickstoff ab	50 g Hackfleisch spalten Stickstoff ab
1	6,5	2,8
3	9,7	10,2
5	10,2	5,1
7	10,6	5,1
Im ganzen	37,0	23,2

Zur Ausführung der Reaktion wurden von dem wässerigen Fleischextrakte — in derselben Konzentration wie oben angegeben — die durch Hitze coagulablen Eiweifsstoffe gefällt, wobei auch der Blutfarbstoff, der störend auf die Reaktion wirkte, entfernt wurde. Das Filtrat kam dann für die Biuretreaktion zur Benutzung. Fiel sie positiv aus (violette Farbe), so ist dies in der Tabelle mit dem Zeichen +, bei starkem Ausfall (rote Farbe) mit + + vermerkt; der negative Ausfall ist mit — bezeichnet.

Auf eine Besprechung der bei diesen Untersuchungen gefundenen Resultate will ich erst am Schlusse im Zusammenhang eingehen. Ich kehre zunächst zu der Betrachtung der entwicklungshemmenden Wirkung des Natriumsulfites zurück. In erster Linie sollte, nachdem einmal eine solche festgestellt war, bestimmt werden, bei welcher Minimaldosis das Salz noch einen Einfluſs ausübe, und welches diejenige Menge ist, bei deren Überschreiten ein stärkerer Einfluſs sich nicht mehr zu erkennen gibt.

Was den letzteren Zusatz betrifft, so finden wir schon in den drei angeführten Tabellen Anhaltspunkte. Wir sehen, daſs bei den Fleischproben mit 0,5 und 1 % Zusatz der kritische Punkt ungefähr zu gleicher Zeit eintritt, und daſs bei Tabelle II und III die Fleischsorten mit demselben Zusatz zur gleichen Zeit in stinkende Fäulnis übergehen. Auch die Resultate der ersten Tage zeigen bei den drei Versuchen fast Übereinstimmung, die für den zweiten Tag sogar noch vollständig ist.

Es wäre demnach als obere Grenze des Zusatzes ein solcher von 0,5 % anzusehen; denn 1 % wirkt auch nicht viel anders als dieser.

II. Versuchsreihe.

Ende Januar 1901.

Der Zusatz von Natriumsulfit wurde zunächst auf 0,1 % herabgesetzt.

Tabelle V.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,1 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,1 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3	
1	1,4			2,6			
2	verfl.	7,0	1,2	4,8	4,3	3,1	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist braun
3	verfl.	636,5	21,4	15,8	3,4	3,8	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen. Hackfleisch mit Zusatz von 0,1 % Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
4		verfl.	174,2		8,3	9,4	Hackfleisch mit 0,1 und mit 0,5 % Zusatz ist braun
5		verfl.	6700,0		26,7	9,1	
6		verfl.	verfl.		54,2	36,2	Hackfleisch mit 0,1 % Zusatz von Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis überg.
7			verfl.			55,2	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis überg.

Es läfst sich bei diesem Zusatz, auch wenn das Fleisch bei einer Temperatur von 20,5° stand, noch eine konservierende Wirkung nachweisen, die das Fleisch ohne Zusatz ungefähr 24 Stunden überdauert. Der Eintritt der stinkenden Fäulnis wird dabei bis zum 6. Tage verzögert. Hiermit stimmen auch die Zahlen für die Ammoniakabspaltung überein.

Tabellen VI, VII und VIII zeigen die Resultate bei einem Zusatz von 0,09%, 0,05%, 0,04%, 0,01% und 0,008% bei gleicher Temperatur von 20,5° C.

Tabelle VI.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,09% Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,09% Na_2SO_3	
1	2,9			3,2			
2	3102,1	695,8	4,0	2,9	2,9	2,8	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2So_3 ist braun
3		1386,9	übersät m. Kolonien	19,6	10,0	9,4	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen Hackfleisch mit Zusatz von 0,05% Na_2SO_3 ist braun
4		1621,4	verflüssigt		20,8	8,2	Hackfleisch mit Zusatz von 0,05% Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis überg. Hackfleisch mit Zusatz von 0,09% Na_2SO_3 ist braun
5			verflüssigt			22,6	Hackfleisch mit Zusatz von 0,09% ist in stink. Fäulnis übergegangen

Tabelle VII.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,01% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,04% Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,01% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,04% Na_2SO_3	
1	0,4			5,7			
2	verflüssigt	6790,0	3524,2	7,8	9,4	4,2	Alle drei Fleischsorten beginnen sich zu bräunen
3	verflüssigt	6700,0	4020,0	11,5	12,9	18,3	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen Hackfleisch mit Zusatz von 0,01 u. 0,04% Na_2SO_3 ist braun
4		8040,0	11390,0		25,1	35,5	Hackfleisch mit Zusatz von 0,01 u. 0,04% Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen

Tabelle VIII.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,008 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,01 % Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,08 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,01 % Na_2SO_3	
1	0,7			3,8			
2	1567,8	2291,4	6692,8	6,0	4,5	5,2	Alle drei Fleischsorten sind braun
3	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	14,3	17,1	12,5	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen
4	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	35,5	37,7	42,9	Hackfleisch mit Zusatz von 0,008 u. 0,01 % Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen

Die Zahlen lassen erkennen, dafs ein Zusatz von 0,09 % noch konservierende Wirkung aufweist.

Auch ein Zusatz von 0,05 % zeigt noch einen deutlichen, wenn auch sehr geringen Einflufs. Bei niedriger Temperatur, z. B. Kellertemperatur, ist der Einflufs jedoch klarer erkennbar. Ein Zusatz von 0,04 %, 0,01 %, 0,008 % blieb fast wirkungslos. Es ist also als minimaler zur Wirkung nötiger Zusatz ein solcher von 0,05 % zu betrachten.

Eine weitere Versuchsreihe sollte den Einflufs verschiedener Temperaturen konstatieren. Es wurden dazu die für das tägliche Leben wichtigsten gewählt: 1. Kellertemperatur, 2. Zimmertemperatur, 3. eine Temperatur von 23° C als mittlere und 4. eine Temperatur von 30° C als hohe Sommertemperatur.

III. Versuchsreihe.

Tabelle IX. Februar 1901.

Das Fleisch stand im Keller, dessen Temperaturmaximum 12° C, dessen Temperaturminimum 5,5° C und dessen mittlere Temperatur 8,5° C war.

(Tabelle IX siehe Seite 125.)

Das Fleisch ohne Zusatz von Natriumsulfit ging am 7. Tage, das mit 0,05 % am 10., das mit 0,5 % Zusatz gar erst am 14. Tage in stinkende Fäulnis über. Der kritische Umschwung vollzog sich beim Fleisch ohne und dem mit 0,05 % Zusatz von Natriumsulfit am 6. Tage, bei dem Fleisch mit 0,5 % erst am 11. Tage.

Tabelle IX.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben): ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3	100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg): ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3	Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis
1	0,4			4,3			
3	1,1	1,1	0,6	3,2	2,6	3,4	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
4	2,5	0,4	0,5	5,5	7,1	4,8	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 ist braun Hackfleisch mit 0,05 % Zusatz Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
5	15,9	3,4	1,0	3,8	3,7	3,5	Hackfleisch mit Zusatz von 0,05 % Na_2SO_3 ist braun
6	übersät m. Kolonien 522,6	übersät m. Kolonien 194,3	2,5	7,0	5,2	7,0	
7	übersät m. Kolonien 1540,0	1100,0	4,1	14,5	7,2	5,8	Hackfleisch ohne Zusatz v. Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen
8	verflüssigt 4465,6	1241,2	3,5	26,3	14,8	4,3	
9		1567,8	2,4		—	—	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen
10		1373,5	31,0		24,0	4,6	Hackfleisch mit Zusatz von 0,05 % Na_2SO_3 ist in stink. Fäuln. übergeg. Hackfleisch mit 0,5 % Zusatz von Na_2SO_3 ist braun
11			221,6			4,6	
12			2298,1			8,9	
13			2100,5			—	
14			2304,8			23,8	Hackfleisch mit 0,5 % Zusatz von Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis überg.

Tabelle X. April 1901.

Das Fleisch stand bei Zimmertemperatur, die im Maximum 20° C, im Minimum 16° C, im Mittel 16,6° C betrug.

(Tabelle X siehe Seite 126.)

Der höheren Temperatur entsprechend, trat der Fäulnisprozeſs bei dem Fleisch ohne Zusatz am 5., bei dem Fleisch mit 0,05 % am 7., bei dem Fleisch mit 0,5 % Zusatz am 9. Tage ein; der kritische Umschwung vollzog sich hier bereits am 3., 4., 8. Tage.

Tabelle X.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis	Biuretreaktion
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3		
1	2,0			2,7				
2	9,9	0,8	0,6	2,7	3,2	2,9	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist braun Hackfleisch mit Zusatz von 0,05% Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen	
3	502,5	10,4	0,5	5,6	5,5	3,3		
4	verflüssigt übersät mit Kolonien	übersät mit Kolonien 2445,5	8,0	15,5	6,5	3,5	Hackfleisch mit 0,05% Zusatz von Na_2SO_3 hat rosa Farbe Hackfleisch ohne Zusatz hat einen etwas stinkenden Geruch	Hackfleisch ohne Zusatz: + + » mit 0,05%: + » » 0,5%: Spur
5	verflüssigt verflüssigt 5170	verflüssigt 1574,5	46,9	16,0	15,1	5,6	Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergegangen	Hackfleisch ohne Zusatz: + + » mit 0,05%: + » » 0,5%: Spur
6	—	—	—	15,8	14,0	4,6	Hackfleisch mit Zusatz von 0,5% Na_2SO_3 beginnt sich zu bräunen Hackfleisch mit 0,05% beginnt in stinkende Fäulnis überzugehen	Hackfleisch ohne Zusatz: + + » mit 0,05%: + » » 0,5%: Spur
7	verflüssigt 3256,2	verflüssigt 8040,0	verflüssigt 73,7	32,1	25,4	10,9	Hackfleisch mit Zusatz von 0,05% Na_2SO_3 ist in stink. Fäulnis übergeg.	Hackfleisch ohne Zusatz: — » mit 0,05%: + » » 0,5%: Spur
8			verflüssigt 1286,4			24,9		Hackfleisch ohne Zusatz: — » mit 0,05%: — » » 0,5%: +
9			verflüssigt 2162,0			26,4	Hackfleisch mit 0,5% Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen	

Tabelle XI und XII. Mai 1901.

Das Fleisch stand bei konstanter Temperatur von 23 und 30° C.

(Tabelle XI und XII siehe Seite 128 und 129.)

Sogar bei diesen hohen Temperaturen konnte die konservierende Eigenschaft des Salzes noch beobachtet werden, allerdings nur bei dem Fleisch mit dem stärksten Zusatz. Hier kann man den Einfluſs auf 1—2 Tage anschlagen. Tabelle XI zeigt das Fleisch ohne und das mit 0,05% Zusatz am 3. Tage in stinkender Fäulnis, das Fleisch mit 0,5% Zusatz am 5. Tage; Tabelle XII am 3., 4., 5. Tage. Der kritische Umschwung war bei dem Fleisch ohne und dem mit 0,05% Zusatz bereits innerhalb 24 Stunden eingetreten, bei dem Fleisch mit 0,5% Zusatz ist er bei einer Temperatur von 30° C wahrscheinlich zwischen 3.—4. Tag anzunehmen. Der entwicklungshemmende Einfluſs des Natriumsulfits tritt also am stärksten auf in Verbindung mit den das Bakterienleben hemmenden Einflüssen der Temperatur, läſst schon nach, sowie man die Zimmertemperatur erreicht und ist unbedeutend, je näher sich die Temperatur dem für die meisten Bakterien bei 30° C liegenden Optimum nähert.

Betrachtet man nun die Ammoniakabscheidung bei den Fleischsorten ohne Zusatz von Natriumsulfit, so sieht man, daſs die Menge desselben allmählich zu einem Betrage von ungefähr 15 mg sich erhebt, und daſs die Erreichung dieser Zahl mit dem als stinkende Fäulnis bezeichneten Zustand auf denselben Tag fällt. Nur bei dem Fleisch, das bei höheren Temperaturen aufgestellt war (vgl. Tabelle XI und XII), steigt die Abscheidung auf das Zwei- bis Dreifache der oben angegebenen Zahl. Sie folgt in einem Zeitraum von ungefähr 24 Stunden dem bei der quantitativen Bakterienbestimmung als kritischen Umschwung bezeichneten Punkte, ist also direkt abhängig von der Bakterienmenge. Beide können also als sichere Anzeichen der wahrnehmbaren Fäulnis betrachtet werden.

Während aber bei dem Hackfleische ohne jeden Zusatz von Konservesalz beide Erscheinungen voneinander abhängen, indem die eine als Folgeerscheinung der anderen zu betrachten ist,

Tabelle XI.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis	Biuretreaktion
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05% Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5% Na_2SO_3		
1	0,9			2,7			Nach 10 h ist Hackfleisch ohne Zusatz von Na_2SO_3 braun	Hackfleisch ohne Zusatz —
2	verflüssigt verflüssigt	übersät mit Kolonien 1574,5	0,5	11,7	14,3	10,2	Hackfleisch mit Zusatz von 0,05% Na_2SO_3 ist braun	Hackfleisch ohne Zusatz: + + » mit 0,05%: + » » 0,5%: —
3	—	—	—	53,6	23,9	5,0	Hackfleisch ohne Zusatz ist in stinkende Fäulnis übergegangen Hackfleisch mit 0,05% beginnt in stinkende Fäulnis überzugehen Hackfleisch mit 0,5% ist braun	Hackfleisch ohne Zusatz: + » mit 0,05%: Spur » » 0,5%: + +
4	übersät mit Kolonien 737,5	verflüssigt verflüssigt	übersät mit Kolonien 462,0		49,2	18,1	Hackfleisch mit 0,05% Zusatz ist in stinkende Fäulnis übergegangen Hackfleisch mit 0,5% ist grün, braun und rot	Hackfleisch mit 0,5% Zusatz: Spur
5			übersät mit Kolonien 4355,0			48,7	Hackfleisch mit 0,5% Zusatz von Na_2SO_3 ist in stinkende Fäulnis übergegangen	Hackfleisch mit 0,5% Zusatz: Spur

Tabelle XII.

Anzahl der Tage	1 g Hackfleisch enthält Bakterien (in Millionen angegeben)			100 ccm Fleischextrakt spalten Stickstoff ab (angegeben in mg)			Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis	Biuretreaktion
	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3	ohne Zusatz von Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,05 % Na_2SO_3	bei Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3		
1	3,8			3,7				Hackfleisch ohne Zusatz: +
2	verfl. übersät mit Kolonien	verflüssigt 3850,5	2,0	15,8	17,6	11,8	Hackfleisch ohne und mit 0,05 % Zusatz hat rosa Farbe	Hackfleisch ohne Zusatz: + » mit 0,05 %: + » » 0,5 %: —
3	verflüssigt 2170,8	verflüssigt 2713,5	verflüssigt 2689,0	48,9	47,8	13,4	Hackfleisch ohne und mit 0,05 % Zusatz ist in stinkende Fäulnis übergegangen Hackfleisch mit 0,5 % Zusatz beginnt sich zu bräunen	Hackfleisch ohne Zusatz: ++ » mit 0,05 %: + » » 0,5 %: —
4			verfl. übersät 21 150,0			30,7	Hackfleisch mit 0,5 % Zusatz beginnt in stinkende Fäulnis überzugehen	Hackfleisch mit 0,5 % Zusatz: —
5			verflüssigt übersät 37 601,0			64,8		Hackfleisch mit 0,5 % Zusatz: +

findet man bei dem mit einem Zusatz von Konservesalz versehenen Hackfleisch merkwürdigerweise eine Abweichung von dieser als Norm zu geltenden Erscheinung und zwar um so stärker, je gröſser der Zusatz sich gestaltet. Tabelle IX und X, als die übersichtlichsten, zeigen folgendes:

Zusammenstellung aus:

Tabelle IX.

	Fleisch ohne Zusatz	Fleisch mit 0,05 % Zusatz	Fleisch mit 0,5 % Zusatz
Kritischer Punkt . . .	6	nach dem 6. Tag	11
Stinkende Fäulnis . . .	7	10	14
N-Abspaltung	14,5	24,0	23,8

Tabelle X.

	Fleisch ohne Zusatz	Fleisch mit 0,05 % Zusatz	Fleisch mit 0,5 % Zusatz
Kritischer Punkt . . .	3	4	7—8
Stinkende Fäulnis . . .	4—5	7	9
N-Abspaltung	15,5	25,4	26,4

Es ist klar, daſs bei zunehmender Temperatur die Erscheinungen etwas verwischt werden; dennoch zeigen auch Zusammenstellungen aus den Tabellen V, VI, VII und VIII noch die geschilderte Tatsache.

Tabelle V.

	Fleisch ohne Zusatz	Fleisch mit 0,1 % Zusatz	Fleisch mit 0,5 % Zusatz
Kritischer Punkt . .	2	3	nach d. 4. Tage
Stinkende Fäulnis . .	3	6	7
N-Abspaltung	15,8	54,2	55,2

Tabelle VI.

	Fleisch ohne Zusatz	Fleisch mit 0,05 % Zusatz	Fleisch mit 0,09 % Zusatz
Kritischer Punkt . . .	2	2	3
Stinkende Fäulnis . . .	3	4	5
N-Abspaltung	19,6	20,8	22,6

Tabelle VII.

	Fleisch ohne Zusatz	Fleisch mit 0,01 % Zusatz	Fleisch mit 0,04 % Zusatz
Kritischer Punkt . . .	2	2	2
Stinkende Fäulnis . . .	3	4	4
N-Abspaltung	11,5	25,1	35,5

Tabelle VIII.

	Fleisch ohne Zusatz	Fleisch mit 0,008 % Zusatz	Fleisch mit 0,01 % Zusatz
Kritischer Punkt . . .	2	2	2
Stinkende Fäulnis . . .	3	4	4
N-Abspaltung	14,3	37,7	42,9

Es können demnach bei dem Fleische mit einem Zusatz von Konservesalz nach dem kritischen Umschwung 2—4 Tage, im Durchschnitt ungefähr 3 Tage vergehen, bis die stinkende Fäulnis eingetreten ist. Ist dieser Zustand erreicht, dann stimmt jedoch die Stickstoffabspaltung nicht überein mit der Menge, welche man bei der stinkenden Fäulnis des ohne Zusatz behandelten Fleisches findet, sondern überschreitet stets die Menge von 20 mg, steigt sogar bis zu einem Maximum von 64,8 mg (Tabelle XII) und beträgt im Mittel bei dem Fleisch mit 0,05 % Zusatz 33,7, bei dem Fleisch mit 0,5 % 43,8 mg.

Wie läfst sich die soeben konstatierte Erscheinung erklären? Der Vergleich der beiden Konstanten, des kritischen Punktes und der etwa 15 mg betragenden Stickstoffabscheidung gewährt einen Einblick in jene Verhältnisse. Auch bei dem Fleisch, dem ein Zusatz von Konservesalz zugekommen ist, finden wir das Abhängigkeitsverhältnis der beiden Konstanten, wie die Übersichtsberechnung aus den Tabellen zeigt:

Tabelle IX.

	Tag des kritischen Punktes	Tag und Menge der N-Abspaltung		Tag der stinkenden Fäulnis
		Tag	mg N	
Fleisch mit 0,05 % Zusatz	6	8	14,8	10
» » 0,5 % »	11	12—13	8,9—23,8	14

Tabelle X.

	Tag des kritischen Punktes	Tag und Menge der N-Abspaltung		Tag der stinkenden Fäulnis
		Tag	mg N	
Fleisch mit 0,05 % Zusatz	4	5	15,1	7
» » 0,5 % »	7—8	7—8	10,9—24,9	9

Tabelle V.

Fleisch mit 0,1 % Zusatz	3	4—5	8,3—26,7	6
» » 0,5 % »	nach dem 4.	5—6	9,1—36,2	7

Tabelle VI.

Fleisch mit 0,05 % Zusatz	2	3	10,0—20,8	4
» » 0,09 % »	3	4—5	8,2—22,6	5

Tabelle VII.

Fleisch mit 0,01 % Zusatz	2	3	12,9	4
» » 0,04 % »	2	3	18,3	4

Tabelle VIII.

Fleisch mit 0,008 % Zusatz	2	3	17,1	4
» » 0,01 % »	2	3	12,5	4

Bei den hohen Temperaturen sind die Verhältnisse verwischt, und die einzelnen Übergänge gehen zu schnell von statten. Es handelt sich dabei um Stunden statt um Tage, aber ich zweifle nicht, dafs dabei die Vorgänge in derselben Art sich abspielen. In der oben gegebenen Übersicht ist also dieselbe Zeitdifferenz von ungefähr 24 Stunden zu konstatieren, demnach auch hier derselbe Kausalnexus. Es liegt deshalb auch kein Grund vor, nicht dieselben Schlüsse wie früher aus dem Auftreten der beiden Konstanten zu ziehen.

Der Zersetzungsprozefs bei dem mit Konservesalz versetzten Hackfleisch kann bereits bis zu einem Punkte vorgeschritten sein, der sich uns bei dem Hackfleisch ohne Zusatz als stinkende Fäulnis kundgibt, ohne dafs dieser Zustand unseren Sinnen als solcher erscheint. Das Konservesalz hat folglich die Eigenschaft, einen Zustand zu verdecken, der einen direkten sicheren Auf-

schlufs über den Fortschritt der Fleischzersetzung gibt, und der das Fleisch derart verändert erscheinen läfst, dafs es für den Laiengeschmack sowohl wie nach hygienischen Anschauungen als ungeniefsbar erscheint.

Der Eintritt der stinkenden Fäulnis bei dem Hackfleisch mit Zusatz von Konservesalz zeigt den Fäulnisprozefs weiter vorgeschritten, als äufserlich scheint. Das zeigen die Mengen des abgespaltenen Stickstoffes. Sie betragen, wie oben bereits erwähnt, im Mittel bei dem Fleisch mit 0,05% Zusatz 33,7 mg, bei dem Fleisch mit 0,5% Zusatz 43,8 mg. Es sind dies Mengen, wie wir sie bei dem Hackfleisch ohne Zusatz erst nach dem Eintritt der stinkenden Fäulnis auftreten sehen, — so zeigt Hackfleisch ohne Zusatz einen Tag nach Eintritt der stinkenden Fäulnis in Tabelle VIII 35,5 mg N, in Tabelle X zwei Tage darauf 32,1 mg N — oder wie dieselbe Sorte Fleisch unter besonders ungünstigen Umständen, wie sie z. B. durch hohe Temperaturen geboten sind, aufweisen. Hackfleisch ohne Zusatz spaltet während einer Temperatur von 23 und 30° C (Tabelle XI und XII) beim Eintritt der stinkenden Fäulnis 53,6 und 48,9 mg N ab.

Liegt nun die Tatsache vor, dafs bei Zusatz von Konservesalz zu Hackfleisch die Spaltung des Eiweifsmoleküls unter Bildung von Ammoniakderivaten ungestört ihren Fortgang nimmt, so kommt man zu der Annahme, dafs die Bildung anderer Spaltungsprodukte, die die stinkende Fäulnis charakterisieren, durch den entwicklungshemmenden Einflufs des Natriumsulfits auf bestimmte Bakterien hintangehalten wird. Tatsächlich ist denn auch nach den Beobachtungen der verschiedenen Plattenkulturen das Bakterienwachstum bei dem mit Natriumsulfit versetzten Fleische ein anderes als beim Fleisch ohne Zusatz von Konservesalz. Statt der die Gelatine verflüssigenden Proteusarten, die bei der gewöhnlichen Fleischfäulnis meist in grofsen Mengen sich entwickelten, trat nach Zusatz von Konservesalz vorzugsweise Proteus mirabilis auf. Diese Tatsache dürfte als Beleg für die Richtigkeit obiger Annahme angesehen werden.

Die zuletzt beschriebene Erscheinung legte den Gedanken nahe, den Zersetzungsprozefs in einem Momente kurz vor dem

Eintritt der stinkenden Fäulnis durch Zusatz von Natriumsulfit derart zu beeinflussen, dafs das Stadium der stinkenden Fäulnis zurückgehalten wird. Durch einen weiteren Versuch sollte noch festgestellt werden, welche Wirkung der Zusatz von Konservesalz auf gehacktes Fleisch ausübt, in dem die in enormer Anzahl vorhandenen Bakterien die merkbare Fäulnis bereits eingeleitet haben.

IV. Versuchsreihe.

Juni 1901.

Zu einer Zeit als beim Hackfleisch nach Veränderung der Farbe und des Geruches der Eintritt der stinkenden Fäulnis im Anzug war, im zweiten Falle, als dieselbe eben eingetreten war, wurde nach Entnahme der zum Nachweis des Bakteriengehaltes, der Ammoniak- und Gesamtstickstoffmenge nötigen Quantität das Fleisch mit der oben angegebenen Maximaldosis von 0,5% versetzt. Bakteriengehalt und Ammoniakmenge wurden nach den bereits geschilderten Methoden gefunden.

Die Veränderungen des Gesamtstickstoffgehaltes wurden beim Fleischextrakt — auf dieselbe Art, wie oben geschildert, hergestellt — und beim Fleische selbst nach Kjeldahl bestimmt. Beim Fleische wurde nur die Trockensubstanz benutzt. Die folgenden Tabellen (siehe S. 135 u. 136) zeigen die Resultate dieser Versuche.

Die erste der Tabellen zeigt, dafs bei Beginn des Versuches der kritische Punkt bereits vorhanden war, dafs also binnen weniger Stunden die stinkende Fäulnis hätte eintreten müssen. Trotzdem dauerte es noch drei Tage, bis dieser Zustand erreicht wurde. Im andern Falle konnte die bereits beginnende stinkende Fäulnis noch kupiert werden. Sie trat dann erst nach vier Tagen auf. Die Vegetation der Bakterien und die Stickstoffabspaltung erleiden dabei aber keinerlei Einbufse, sie steigen vielmehr stetig an. Der Stickstoffgehalt des Extraktes fällt ziemlich rasch, das Gleiche gilt von der Stickstoffmenge des Fleisches selbst. Sie bestätigen also beide, dafs die Zersetzungsvorgänge ungestört ihren Fortgang nahmen.

Tabelle XIII.

Art des Fleisches	Anzahl der Bakterien in 1 g Fleisch (in Millionen angegeben)	N-Abspaltung von 100 ccm Extrakt (in mg angegeben)	Gesamt-N-Gehalt von 100 ccm Extrakt (in mg angegeben)	Gesamt-N-Gehalt von 1 g Fleisch Trockensubstanz (in mg angegeben)	Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis	Biuret-Reaktion
4. Tag ohne Zusatz von Na_2SO_3	9400,0	13,2	287,9	137,5	Zeigt ein Farbengemisch von rosa, dunkelrot, mit einigen grünen Stellen. Riecht sauer	++
5. Tag nach Zusatz von 0,5 % Na_2SO_3 am 4. Tage	verflüssigt 1139,0	10,5	240,5		Rosarot. Guter Geruch	+
6. Tag 0,5 % Zusatz von Na_2SO_3	übersät mit Kolonien 1601,3	—	—		—	Spur
7. Tag 0,5 % Zusatz von Na_2SO_3	verflüssigt verflüssigt 47000	19,3	156,7	126,9	Beginnt in stinkende Fäulnis überzugehen. Dunkelrosa mit schmutzig-grauem Ton	+

Tabelle XIV.

Art des Fleisches	Anzahl der Bakterien in 1 g Fleisch (in Millionen angegeben)	N-Abspaltung von 100 ccm Extrakt (in mg angegeben)	Gesamt-N-Gehalt von 100 ccm Extrakt (in mg angegeben)	Gesamt-N-Gehalt von 1 g Fleisch Trockensubstanz (in mg angegeben)	Farbenveränderung und Eintritt der Fäulnis	Biuret Reaktion
2. Tag ohne Zusatz von Na_2SO_3	7,05			144,5		
3. Tag ohne Zusatz von Na^2SO_3, 8h a. m.	verflüssigt 3577,8					+ +
3. Tag ohne Zusatz von Na_2SO_3, 4h p. m.	verflüssigt 4417,0	16,5	279,1		Beginnt in stinkende Fäulnis überzugehen Rosa mit grünen Flecken	+ +
Zusatz von 0,5% Na_2SO_3						
5. Tag mit Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	verflüssigt 2633,1	17,2	276,1	•	Sieht dunkelrot aus mit einigen grünen Flecken	+
6. Tag mit Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	verflüssigt 7520,0	29,0	222,9			schwach +
7. Tag mit Zusatz von 0,5% Na_2SO_3	verflüssigt verflüssigt 71910	44,2	113,0	126,0	Stinkende Fäulnis	+

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dafs der Zersetzungsprozefs beim Fleisch nach Zusatz von Konservesalz weiter verläuft, und wahrscheinlich mit der Änderung, dafs die Bakterien, die den unangenehm stinkenden Geruch verursachen, in ihrer Entwicklung mehr gehemmt werden, andere aber weniger oder gar nicht. Es bestätigt sich ferner die Angabe, dafs das Konservesalz im stande ist, schmierigem, der stinkenden Fäulnis nahem Fleische, ja sogar bereits faulendem, den Anschein einer besseren Beschaffenheit zu verleihen.

Bei der Behandlung des Hackfleisches mit Natriumsulfit ist die lange Erhaltung einer roten Farbe eines der auffälligsten Symptome. Wie alle Autoren hervorheben, ist diese Farbe nicht identisch mit Oxyhämoglobin, sie zeigt einen etwas höheren Ton. Rubner[4]), Kisskalt[5]), Kionka[6]) und Gärtner[7]) sind nun der Meinung, das Präservesalz sei im stande, dem Fleische jene rote Farbe zu verleihen, ohne eine nennenswerte Konservierung zu erzielen. Nach den zahlreichen, in den Tabellen niedergelegten Versuchen kann ich dem nicht völlig beipflichten.

Tabelle	Tag des kritischen Punktes		Tag der Farbenveränderung	
I.	0,5 % 7	1 % 7	0,5 % 5	1 % 7
II.	0,5 % 5–6	1 % 5–6	0,5 % 4	1 % 4
III.	0,5 % 7	1 % 7	0,5 % 8	1 % 8
IV.	0,1 % 3	0,5 % 4	0,1 % 3	0,5 % 4
VI.	0,05 % 2	0,09 % 3	0,05 % 3	0,09 % 4
IX.	0,05 % 6	0,5 % 11	0,05 % 5	0,5 % 9
X.	0,05 % 4	0,5 % 7–8	0,05 % 2–3	0,5 % 6
XI.	0,05 % 2	0,5 % 4	0,05 % 2	0,5 % 3
XII.	0,05 % 2	0,5 % 3	0,05 % 2	0,5 % 3–4

Meist zur Zeit des kritischen Punktes, in vielen Fällen schon vorher, tritt also der Farbenumschlag ein. Das schwefligsaure Natrium vermag demnach dem Fleische einen hellroten Farbenton zu verleihen, erhält ihn jedoch nur solange, als es die Bakterienentwicklung beeinflufst. Anderseits zeigen aber Tabelle XIII und XIV, dafs das Präservesalz bei Zusatz zu einem bereits stark veränderten Fleische diesem für kurze Zeit ein etwas besseres Aussehen zu verleihen vermag. Diese letzte Erfahrung ist bekannt und auch von Gärtner bestätigt.

Was nun die Biuretreaktion betrifft, so läfst sich mit Bestimmtheit sagen, dafs bei Zusatz von Konservesalz zu Hackfleisch dieselbe stets schwächer ist als beim Fleisch ohne Zusatz. Mit der Konservierung hängt dies nicht zusammen, denn die Erscheinung zeigt sich auch, wenn Bakterienzahl und Ammoniakabspaltung den Fortschritt der Fäulnis konstatieren. Es läfst sich demnach nur der Schlufs ziehen, dafs der Fäulnisprozefs bei Zusatz von Konservesalz nicht seinen gewöhnlichen Verlauf nimmt.

Die durch die geschilderten Untersuchungen gefundenen Resultate, in Kürze zusammengefafst, sind also folgende:

1. Schwefligsaures Natrium zeigt sowohl für Hackfleisch als auch für den Fleischfarbstoff eine nachweisbare konservierende Wirkung.

2. Der Einflufs des schwefligsauren Natriums ist noch bei einem Zusatz von 0,05% des Salzes erkennbar, läfst sich am sichersten bei einem Zusatz von 0,5% konstatieren und wird kaum stärker, wenn man über 0,5% hinausgeht. Diese konservierende Eigenschaft besteht in einem entwicklungshemmenden Einflufs auf die Bakterien.

3. Der entwicklungshemmende Einflufs steigt mit fallender und fällt mit steigender Temperatur.

4. Der Zusatz von schwefligsaurem Natrium ist im stande, uns über die wahre Beschaffenheit des Fleisches zu täuschen, da der eintretende Fäulnisprozefs unter üppiger Vermehrung der Bakterien sich ruhig weiter entwickelt, die stinkenden Fäulnisprodukte aber für einige Zeit beseitigt werden.

5. Das schwefligsaure Natrium vermag im Faulen begriffenen oder der stinkenden Fäulnis nahen Fleische den Anschein einer besseren Beschaffenheit zu verleihen.

Es kann also kein Zweifel darüber aufkommen, dafs das schwefligsaure Natrium trotz seiner Einwirkung auf das Bakterienleben gesundheitlichen Anforderungen nicht entspricht. Es täuscht über die wahre Beschaffenheit des Fleisches, da es einen Zustand zu verdecken vermag, der Laien und Sachkundigen einen Anhaltspunkt für eine sofortige Beurteilung von dessen Unbrauchbarkeit gibt, und der erst nach eingehender Untersuchung als solcher zu erkennen ist.

Strafsburg im März 1903.

Literatur.

1. Gärtner, Bedingt der Zusatz von Präservesalz zum Hackfleisch eine Verfälschung im Sinne des § 10 des Nahrungsmittelgesetzes? Zeitschrift für Untersuchungen der Nahrungs- und Genufsmittel, 4. Jahrgang, 6. Heft.
2. Lange, Beiträge zur Frage der Fleischkonservierung mittels Borsäure, Borax- und schwefligsauren Natronzusätzen. Archiv für Hygiene, Bd. XL, S. 143.
3. Stroscher, Konservierung und Keimzahl des Hackfleisches. Archiv für Hygiene, Bd. XL, S. 291.
4. Rubner und Landolt, Die Verwendung des sog. Präservesalzes zur Konservierung von Fleisch. Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen, Bd. XVIII, S. 107.
5. Kisskalt, Beiträge zur Kenntnis der Ursachen des Rotwerdens des Fleisches beim Kochen nebst einigen Versuchen über die Wirkung der schwefligen Säure auf die Fleischfarbe. Archiv für Hygiene, Bd. XXXV, S. 11.
6. Kionka, Über die Giftwirkung der schwefligen Säure und ihrer Salze und deren Zulässigkeit in Nahrungsmitteln. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XXII, S. 350.
7. vgl. oben.

Weitere Beiträge zur Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlor und Brom.

Von

Dr. **Franz Ballner,**

k. u. k. Regimentsarzt an der Infanterie-Kadettenschule in Innsbruck.

(Aus dem hygienischen Institute der k. k. Universität Innsbruck; Vorstand: Professor Lode.)

Von den zahlreichen angegebenen Methoden, durch chemische Zusätze ein verdächtiges Trinkwasser von pathogenen Keimen frei zu machen, haben nur wenige einer exakten Prüfung standgehalten. Dafs der Wunsch nach einem solchen Verfahren berechtigt ist, ist augenscheinlich, und es würden, um nur ein Beispiel hervorzuheben, die Kriege hinsichtlich ihrer Verluste an Menschenmateriale vieles von ihrer Fürchterlichkeit einbüfsen, wenn es gelänge, die in ihrem Gefolge einhergehenden Seuchenzüge zu bannen, die nicht zum wenigsten auf den Genufs verseuchten Trinkwassers zurückzuführen sind

Auch die Durchsicht der neueren hygienischen Literatur beweist, dafs die einmal aufgeworfene Frage immer wieder zu neuer Bearbeitung anregt; die vielen Vorschläge heterogensten Wertes zeigen wiederum, wie schwierig es ist, den berechtigten strengen Anforderungen, welche die verfeinerte bakteriologische Technik stellt, zu genügen, ohne hierbei Postulate aufzustellen, die die Praxis als unerfüllbar zurückweisen mufs.

Nach dem gegenwärtigen Stande der Frage schienen nur zwei Verfahren zur Verwirklichung der oben gestellten Forde-

rungen geeignet zu sein, nämlich der Zusatz von Chlor oder von Brom zum verdächtigen Wasser.

Über diese beiden Methoden existiert bereits eine ansehnliche Literatur, deren ältere Angaben hier übergangen werden können, nachdem sie in meiner 1901 erschienenen Arbeit[1]: »Zur Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlor und Brom« einer ausführlichen Besprechung unterzogen worden sind.

Damals wurde der hohe Wert, insbesondere des Chlorkalkverfahrens dargetan, und wir hätten nicht gedacht, dafs die scheinbar abgeschlossenen Versuche noch einer neuen Bearbeitung bedürften. Zu dieser waren wir aber gezwungen, indem beachtenswerte Arbeiten der neuesten Zeit eine damals nicht übliche Verfeinerung des Mikrobiennachweises forderten. Wir denken hierbei an die zweifellos berechtigte These Schüders, dafs es nicht genüge, in einem kleinen, aliquoten Teil des Wassers, dessen Keimfreiheit darzutun, sondern dafs möglichst die ganze Wassermasse auf den Erfolg der Desinfektion geprüft werden müsse.

Das Schumburgsche Bromverfahren hatte gegenüber dieser strengen Methode nicht standgehalten, und es war höchst wichtig, nach der gleichen Richtung hin auch das Chlorkalkverfahren neuerlich zu bearbeiten. Um aber nicht vorzugreifen, wollen wir aus der neuesten Literatur die wichtigsten Angaben hervorheben.

Zunächst wäre eine Nachprüfung des Chlorkalkverfahrens von Kaefs[2]) zu erwähnen, der seine Versuche nach der von Lode[3]) angegebenen Methode (150 mg eines 20proz. Chlorkalkes auf 1 l Wasser) durchführte und nach $^1/_2$stündiger Einwirkungszeit bei seinen Versuchswässern vollständige Sterilität erzielte. Zur Bindung des Chlors wurden 0,3 g Natriumsulfit pro Liter Wasser benutzt. Als Versuchswässer dienten stark verunreinigtes Regen- und Mainwasser, ferner sterilisiertes Wasser

1) Wiener medizinische Wochenschrift, 1901, Nr. 31—33.

2) Pharmazeut. Zeitung, 1900, Nr. 49, S. 471.

3) Lode, Archiv für Hygiene, Bd. 24, S. 236, und Hygienische Rundschau, 1899, Nr. 17.

mit aufgeschwemmten Kulturen von Bacterium coli, Typhus und Cholera.

Ebenfalls im Jahre 1900 beschäftigte sich Babucke[1]) mit der Frage, in welcher Weise am zuverlässigsten mit Typhusdejekten verunreinigte Badewässer desinfiziert werden könnten. Mit Rücksicht auf günstige Versuche hinsichtlich der Abwasserreinigung, über welche 1898 Dunbar und Zirn[2]) berichtet haben, prüfte Babucke die Verwendbarkeit des Chlorkalkes. Die Versuche führten zu dem Resultate, dafs die $^1/_2$stündige Einwirkung von 250 g Chlorkalk genügt, um ein Vollbad von 200 l sicher von allen darin befindlichen Typhus- und Colikeimen und wahrscheinlich auch von Choleravibrionen zu befreien, selbst wenn diese Mikroorganismen an festen Kotpartikelchen haften. Die angegebene Chlorkalkmenge, 1,25 g pro Liter, übertrifft allerdings um mehr als das Achtfache die für die Trinkwasserdesinfektion empfohlene.

Da dem Chlorkalk hinsichtlich seiner schweren Benetzbarkeit und seines schwankenden Chlorgehaltes zweifellos einige, allerdings in ihrer Bedeutung überschätzte Mängel anhaften, griffen Hünermann und Deiter[3]) auf einen schon im Jahre 1894 von Sickenberger und Kaufmann[4]) gemachten Vorschlag zurück, indem sie an Stelle des Chlorkalkes als Chlorüberträger das Natriumhypochlorit prüften und empfahlen.

Die Lösung dieses Salzes (Eau de Labarraque) wurde zunächst mit einem Chlorgehalte von 0,5—0,6% hergestellt, später jedoch auf einen Gehalt bis zu 15% wirksamen Chlors gebracht, indem die zum Anreiben des Chlorkalkes und zur Lösung der Soda erforderlichen Wassermengen verringert wurden. Die Lösung mufs wegen ihrer leichten Zersetzlichkeit in kleinen, braunen, mit Glasstöpsel verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. Durch Zusatz der Lösung in dem Verhältnisse, dafs 0,04 g wirksamen

1) Zentralblatt für Bakteriologie, Abt. I, Bd. 27, S. 800.

2) Vierteljahrschrift für gerichtl. Med. und öffentliches Sanitätswesen, 1898, Bd. 16.

3) Deutsche mediz. Wochenschrift, 1901, Nr. 24.

4) Le Progrès Journ. quot. paraissant au Caire, 13. XII. 1894, zitiert nach Schüder, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 39, 1902, S. 383.

Chlors auf ein Liter Wasser kommen, wurden Typhus-Coli- und Cholerabacillen in zehn Minuten abgetötet, ohne Rücksicht auf den Härtegrad und die organischen Substanzen im Wasser; selbst bei Anwesenheit von Spuren von Ammoniak trat Sterilisation ein. Die Proben des sterilisierten Wassers wurden sowohl auf feste, wie auch auf flüssige Nährböden ausgesät. Das überschüssige Chlor wurde nach der Desinfektion durch Natriumsulfit gebunden, dessen Zusatz im Verhältnisse von 0,14 zu 0,04 Chlor notwendig war.

Höchst bedeutungsvoll und von prinzipieller Wichtigkeit für die Beurteilung des Wertes der chemischen Wasserreinigungsverfahren ist die folgende Arbeit, die Schüder[1]) aus dem Institute für Infektionskrankheiten in Berlin veröffentlichte. Seine Untersuchungen bezweckten eine Nachprüfung der glänzenden Resultate, die Schumburg und dann Pfuhl mittels Anwendung des Bromverfahrens erhalten hatten.

Schüder versetzte Wässer von verschiedener Herkunft mit Cholerakulturen und benutzte zum Nachweis der im bromierten Wasser etwa noch lebend gebliebenen Vibrionen das Pepton-Anreicherungsverfahren und die Cholerarotreaktion. Nach dieser Untersuchungsmethode wurden nicht wie bisher nur geringe Mengen des »sterilisierten« Wassers auf entwicklungsfähig gebliebene Keime geprüft, sondern es war möglich, die gesamte behandelte Wassermenge nach lebend gebliebenen Choleravibrionen abzusuchen. Bei 59 Versuchen gelang es nur 11 mal, die Vibrionen zu vernichten und auch in diesen Fällen nur bei Verwendung von gröfseren Brommengen bezw. längerer Einwirkungszeit als der von Schumburg angegebenen.

Schlechter noch fielen die Versuche mit Typhusbacillen aus, die dem zuvor sorgfältig sterilisierten und auf Keimfreiheit geprüften Wasser zugesetzt wurden. Dabei ist es in keinem einzigen der 18 Versuche gelungen, die eingesäten Typhuskeime zu vernichten, selbst nicht mit den 2—5fachen Mengen von Brom und bei Verwendung einer Einwirkungszeit bis zu einer Stunde.

---

1) Zeitschrift für Hyg. u. Infektionskr., Bd. 37, S. 307 ff., 1901.

Die folgenden Arbeiten stehen trotz der Einwendungen Schumburgs[1]) unter dem Banne der Forderung Schüders hinsichtlich der Verwendung einer möglichst grofsen, womöglich der ganzen Wassermasse zum Nachweise der Infektionserreger.

So hat Rabs[2]) sich der Mühe unterzogen, das Chlorkalkverfahren und die Wassersterilisation mit Natriumhypochlorit vergleichsweise zu prüfen, indem er einmal nur kleinere Mengen Wassers zur Aussaat verwendete, dann wieder nach Schüder die ganze Wassermasse oder gröfsere aliquote Teile derselben verarbeitete.

Im ersteren Falle konnte er, sowohl mit der von Lode angegebenen Menge Chlorkalk als auch mit der Hünermannschen Lösung bei einer Einwirkungszeit von zehn Minuten Sterilität erhalten. Wenn er aber die gesamte Wassermasse und das Pepton-Anreicherungsverfahren in Anwendung brachte, so wuchsen etwa in der Hälfte der von ihm angesetzten Proben die Cholerakeime und ähnlich auch die Typhusbacillen aus den mit Typhuskulturen versetzten Wässern, von denen je 2 ccm zu Agarplatten verarbeitet worden waren.

Bei einer Einwirkungszeit von 30 Minuten, wie sie übrigens Lode[3]) in seiner zweiten Mitteilung bereits gefordert hatte, waren in sämtlichen Proben sowohl Choleravibrionen wie Typhusbacillen abgetötet. Bei dem schwankenden Gehalte des Chlorkalkes und des Natriumhypochlorits an freiem Chlor dürfte nach Rabs in vielen Fällen auch diese Zeit nicht genügend sein, und es käme vor allem darauf an, ein Präparat zu finden, welches sich durch einen konstanten Chlorgehalt auszeichnet.

In neuester Zeit hat im Marburger hygienischen Institute unter Bonhoffs Leitung Engels[4]) die Versuche Schüders hinsichtlich des Schumburgschen Verfahrens wiederholt und letzteres als wenig zuverlässig charakterisiert. In der ersten Versuchsreihe, in welcher die Einwirkung der Bromlösung auf

---

1) Zeitschrift für Hyg. u. Infektionskr., Bd. 39, S. 512.
2) Hygienische Rundschau, Jahrg. XI, Nr. 22, S. 1087, 1901.
3) Hygienische Rundschau, 1899, Nr. 17.
4) Zentralblatt für Bakteriologie, Orig.-Bd. 31, Nr. 13, S. 651.

Wasserbakterien untersucht wurde, war in 60 verschiedenen Versuchen keine Keimfreiheit zu erzielen gewesen; wohl aber hatte die Bromeinwirkung eine bedeutende Herabminderung der Keimzahl zur Folge, die in manchen Fällen auf 1—2 Keime pro ccm sogar aus Schmutzwässern herabsank.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurde eine ganze 24stündige Cholerakultur einem Liter sterilisierten Wasser zugesetzt und das Wasser nach der Bromierung und Neutralisierung durch Zusatz von konzentriertem Nährmaterial (Peptonkochsalzlösung) zu einer Nährlösung umgestaltet. Engels erlangte bei dieser Versuchsanordnung bei sämtlichen Versuchen ohne Ausnahme negative Resultate, d. h. in allen mit Cholerakulturen versetzten Wasserproben waren trotz der Bromeinwirkung noch lebensfähige Cholerakeime nachweisbar, gleichviel, ob die Cholerakultur in unfiltriertem Zustande benutzt, oder vor dem Zusatze durch sterile, doppelte Papierfilter filtriert wurde.

Es geht also aus diesen Versuchen hervor, dafs Brom in der von Schumburg angegebenen Konzentration nicht im stande ist, Choleravibrionen im Wasser unschädlich zu machen und erst bei Anwendung der 16fachen Brommenge vollständige Keimfreiheit erwarten lasse.

Nach Schüders[1]) neuesten Untersuchungen hält auch das Hünermannsche Verfahren den von ihm aufgestellten Forderungen nicht stand. Nebenher sei bemerkt, dafs sich Schüder mit vollem Rechte auch gegen die noch immer bei einzelnen Untersuchungen geübte Methode wendet, die Infektionserreger durch die Kultur auf festen Nährböden nachzuweisen.

Zunächst benutzte Schüder Wasser von verschiedenem Keimgehalt ohne Zusatz von pathogenen Mikroorganismen und ermittelte vor und nach Anwendung des Chlorverfahrens den Keimgehalt nach der bisher üblichen Methode mittels des Gelatineplattenverfahrens. Es ergab sich, dafs der Hünermannschen Lösung eine ganz bedeutende keimvernichtende Wirkung innewohnt. Unter 16 Fällen gelang es achtmal, in je

1) Schüder, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 39, S. 379.

10 ccm des behandelten Wassers keine auf Gelatine entwicklungsfähigen Keime mehr nachzuweisen.

Weniger befriedigende Resultate aber erhielt er, wenn er Cholerakeime, — zunächst ohne Filtration der Aufschwemmung — dem Wasser zusetzte, und nach 24stündiger Anreicherung der gesamten Wassermasse mit einer konzentrierten Peptonkochsalzlösung die Cholerarotreaktion anstellte. Unter 28 Versuchen blieben nur in 9 Versuchsreihen sämtliche angesetzte Kölbchen steril. Auch dann, wenn Schüder die Choleraaufschwemmungen vor dem Zusatze durch Filtrierpapier filtrierte, erhielt er ungünstige Resultate: unter 8 Versuchsreiben nur dreimal vollständige Keimfreiheit. Ferner zeigte sich, dafs das gewöhnliche Plattenverfahren keine Cholerakeime mehr zur Entwicklung kommen liefs, während nach der Anreicherungsmethode in demselben Wasser noch entwicklungsfähige Vibrionen nachgewiesen werden konnten.

Die Versuche mit Typhus- und Ruhrbacillen ergaben das gleiche Resultat, wenn er die Wassermasse zur Nährlösung umgestaltete, während sich mit dem Plattenverfahren die Verhältnisse wesentlich günstiger gestalteten.

Schüder erklärte dieses abweichende Verhalten damit, dafs das dem Wasser zugesetzte Desinfektionsmittel die Mikroorganismen zunächst nur in ihrer Entwicklungsfähigkeit schädigt. Während beim Verweilen im flüssigen Nährboden auf endosmotischem Wege die Bakterien die sie schädigenden Substanzen bald wieder abgeben, bleibt dieser Vorgang auf festen Nährböden aus. Im ganzen und grofsen scheint das Hünermannsche Verfahren eine gröfsere keimschädigende Wirkung als das Schumburgsche Verfahren mittels Brom auszuüben, namentlich gegenüber den Typhuserregern, auf welche es in erster Linie ankäme. Die Einwirkungszeit betrug bei den Versuchen von Schüder mit Natriumhypochlorit stets nur 10 Minuten und die von ihm verwendete Lösung erwies sich während der Zeit seiner Versuche immer als vollkommen konstant, so dafs er stets nur 0,4 ccm der 10proz. Hünermannschen Lösung zuzusetzen brauchte.

Bei der Prüfung der Einwirkung der Brom-Bromkalilösung auf Typhusbacillen wurde das bromierte Wasser gleichfalls durch

Zusatz von konzentrierter Peptonkochsalzlösung in eine 1 proz. Peptonlösung umgestaltet, zweimal 24 Stunden im Brutschranke gelassen und sodann 2 ccm aus jedem einzelnen Kolben zur Gelatineplatte ausgegossen.

Zum Versuche wurde nur sterilisiertes Wasser genommen. Bei allen 27 Versuchen, mit unfiltrierten und filtrierten Kulturaufschwemmungen versetzt, war auf sämtlichen Gelatineplatten ein üppiges starkes Wachstum typischer Typhuskolonien eingetreten, trotzdem die doppelte bis dreifache Brommenge verwendet und die Einwirkungszeit auf das Dreifache erhöht wurde.

Eigene Versuche.

Die ersten Versuchsserien betrafen die Leistungsfähigkeit des Chlorkalkverfahrens nach Lodes Vorschrift, wobei den Schüderschen Forderungen, so weit wir sie für berechtigt halten, Rechnung getragen wurde.

Es wurden zunächst von einem Cholerastamme des hygienischen Institutes, der durch mehrfache Tierpassage aufgefrischt worden war, Agarkulturen bei 37° C. wachsen gelassen und 24stündige Vegetationen in je 10 ccm sterilen Wassers aufgeschwemmt. Wie es bei allen Desinfektionsversuchen üblich ist, filtrierten wir die Aufschwemmungen vor ihrem Zusatze zum Wasser durch ein einfaches Kalikofilter.

Von dieser filtrierten Aufschwemmung wurden nun verschiedene Mengen einem Liter bezw. einem halben Liter des Versuchswassers zugesetzt und durch wiederholtes kräftiges Umschütteln möglichst fein verteilt, worauf die Entnahme von ca. 10 ccm desinfizierten Wassers zur Kontrollprobe erfolgte. Sodann wurde nach der Vorschrift Lodes der Chlorkalk in der entsprechenden Menge (150 mg eines 20 proz. Präparates) in einer Reibschale mit möglichst wenig Wasser zu einem dünnen Brei verrieben, mit dem Wasser vermischt und gleich darauf die entfallende Menge Salzsäure (4 Tropfen einer 40 proz. Lösung) der Mischung zugesetzt, worauf alsbald eine Klärung des Wassers eintrat. Unter wiederholtem Umschütteln blieb nun das Chlor durch 30 Minuten hindurch wirksam; darauf erfolgte der Zusatz

von krystallwasserfreiem Natriumsulfit in derselben Gewichtsmenge wie Chlorkalk.

In jedem Versuche wurde dann mit Jodzinkstärkekleister auf etwa noch vorhandenes freies Chlor geprüft, hierauf die gesamte Wassermasse mit soviel einer konzentrierten Peptonkochsalzlösung versetzt, dafs eine 1 proz. Pepton-, ½ proz. Kochsalzlösung entstand, dann in Erlenmeyer-Kölbchen von 100—200 ccm Inhalt verteilt, dieselben bei 37° C. im Brutschranke stehen gelassen und wenigstens fünf Tage lang beobachtet. Die Versuchsergebnisse sind aus beistehenden Tabellen ersichtlich.

A. Versuche mit Choleravibrionen.

Tabelle I.

Nr. des Versuches	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kulturmenge		Desinfiziens	Zeit d. Einwirkg.	Zahl der angesetzt. Kolben	Sterilisationseffekt	Anmerkung
1	sterilisiertes Leitungswasser	1 l	5 Ösen	Cholera-Aufschwemmung	Chlor 30 mg	30 Minuten	10	steril 10 Kolben	
2			5 Ösen						
3			10 Ösen						
4			½ ccm				11	steril 11 Kolben	
5			1 ccm						

In allen fünf Versuchen blieben die Kölbchen auch bei achttägigem Stehen im Brutofen vollständig klar und tadellos rein, während die Kontrollkölbchen schon am nächsten Tage deutliche Trübung aufwiesen und nach 24 Stunden schwache, nach 48 Stunden intensive Rotreaktion nach Zusatz von reiner konzentrierter Schwefelsäure zeigten.

Tabelle II.

Unfiltriertes Innwasser, entnommen vor dem Eintritte des Flusses in das Stadtgebiet. Die Bestimmung der organischen Substanzen ergab einen Verbrauch von 7,9 mg Kaliumpermanganat pro Liter. Keimzahl in ccm 61780. Die vorherige Prüfung auf Indolbildner negativ:

Versuchs-Nr	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Sterilisationseffekt	Anmerkung
6			0,5 ccm		30'	6	2	4 Verunreinigungen durch Sporenbildner
7							4	1 Verunreinigung durch Sporenbildner
8	Innwasser (pro Liter 7,9 K Mn O$_4$)	$^1/_2$ l	Cholera-Aufschwemmung	15 mg Chlor	10' Minuten	5	steril 2	3 Verunreinigungen durch Sporenbildner
9			1 ccm		20'		5	
10					30'	4	4	

In allen 5 Versuchen zeigten die Kontrollkolben nach 12 Stunden schwache Rotreaktion, die schon nach 24 Stunden vollständig ausblieb. Dagegen bildete sich ein pestilenter Geruch nach Schwefelwasserstoff, der das längere Stehen der Kontrollkölbchen im Brutofen unmöglich machte. 4 Kölbchen der Probe 6, 1 Kölbchen der Probe 7 und 3 Kolben der Probe 8 zeigten nach 24 Stunden beginnende Trübung, an der Oberfläche eine zarte bläulichweifse Kamhaut.

Unter dem Mikroskope zeigen sich dicke, lange Stäbchen mit träger Eigenbewegung, zum Teile in Versporung begriffen. Eine Probe von je 10 ccm aus den trüben Kölbchen gibt negativen Ausfall der Cholerarotreaktion, desgleichen die Peptonwässer, in welchen das in den Kölbchen gewachsene Material in Zwischenräumen von 12 zu 12 Stunden fortgezüchtet wurde. Bei Anlegung von Strichen auf Weizenagar deutliche Versporung, auf Agar ein runzeliger Belag. Es dürfte also das Wachstum in den Kölbchen erfolgt sein durch die Anwesenheit eines saprophytischen Sporenbildners im Innwasser, zu dessen Abtötung der Chlorkalk in der angewendeten Konzentration nicht genügte. Mikroorganismen, die in ihren Formen nur einigermafsen an Choleravibrionen erinnerten, konnten in den mikroskopischen Präparaten trotz wiederholter Durchsuchung niemals aufgefunden werden, so dafs ein Wachstum der Cholerakeime in den nicht steril gebliebenen Proben so gut wie ausgeschlossen erscheint, zumal ja auch in den früheren 5 Versuchen mit sterilem Leitungswasser nicht in einem einzigen Falle Choleravibrionen zur Entwicklung kamen.

Tabelle III

Unfiltriertes, sehr trübes Innwasser, entnommen an einem Orte, der ca. 1 km von der Stelle entfernt liegt, an welcher der Inn die Stadt Innsbruck verläfst. Die Bestimmung der organischen Substanzen ergibt einen Verbrauch von 16,672 mg Kaliumpermanganat pro Liter. Die Keimzahl liefs sich auch bei starker

Verdünnung des verwendeten Materials nicht bestimmen, da die Gelatineplatten nach 24 Stunden zum Teil schon verflüssigt waren, so dafs durch die verflüssigten Partien das Zählen der dicht nebeneinander stehenden Keime nicht möglich war:

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Sterilisationseffekt		Anmerkung
11	Innwasser	$^1/_2$ l	$^1/_2$ ccm Cholera-Aufschwemmung	15 mg Chlor	30 Minuten	5	steril	4	Wachstum bedingt durch Wasserbakterien
12						6		3	
13								—	
14								1	
15								—	

Alle Kontrollkölbchen zeigten nach 12 Stunden deutliche Trübung und stinkenden Fäulnisgeruch, dagegen keine Rotreaktion. Auf Zusatz von reiner konzentrierter Schwefelsäure zum Inhalt der Kontrollkölbchen entstand eine gelbbraune Färbung.

Nach 24 Stunden alle Kölbchen der Proben 11 und 12 noch steril, nach 48 Stunden in einem Kolben von Versuch Nr. 11 und in 3 Kolben von Versuch Nr. 12 eine reichliche, milchig weifse, faltige Kamhaut, darunter die Nährflüssigkeit vollständig klar. Die Proben des Versuches Nr. 13, 14 und 15 bis auf eine einzige Ausnahme alle Wachstum. Unter dem Mikroskop ergeben sich lange, dicke Stäbchen, zum Teil in reichlicher Versporung.

Rotreaktion nicht vorhanden, auch nicht bei wiederholter Übertragung in Peptonwässer in Intervallen von 12 zu 12 Stunden. Bei Übertragung auf Weizenagar deutliches Wachstum und reichliche Versporung; die Agglutinationsreaktion nach Gruber und Durham im hängenden Tropfen mit dem Serum eines mit demselben Choleramaterial immunisierten Meerschweinchens in allen Fällen negativ.

In keinem einzigen der bisherigen 15 Versuche gelang es trotz Anwendung aller uns derzeit für die Diagnose von Cholera zu Gebot stehenden Behelfe, in den mit Chlor sterilisierten Wässern die Cholerakeime nachzuweisen, es konnte also angenommen werden, dafs der Chlorkalk in der angegebenen Menge und bei der Einwirkungszeit von 30 Minuten unsere Cholerakeime mit vollständiger Zuverlässigkeit zu vernichten im stande war.

Das Wachstum in den Versuchskölbchen konnte nur durch sporenbildende Wasserbakterien verursacht sein, auf die ja, wie bereits früher erwähnt, der Chlorkalk in der zugegebenen Menge nicht mit Sicherheit einzuwirken vermag. Um ihren störenden Einflufs beim Versuche auszuschalten, wurde nun das Innwasser vorher durch Erhitzen im Dampfkochtopf bezw. durch Filtrieren keimfrei gemacht.

Tabelle IV.

Innwasser, Verbrauch von 21,58 mg Kaliumpermanganat pro Liter. Keimzahl 75,650 pro ccm, zweimal durch je eine Stunde im Dampfkochtopf sterilisiert:

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Sterilisationseffekt		Anmerkung
16	Innwasser	$^1/_2$ l	1 ccm Cholera-Aufschwemmung	15 mg Chlor pro $^1/_2$ l	30′	5	steril	3	Verunreinigung durch Sporenbildner
17								4	

Die Kontrollen zeigen nur nach 12 Stunden eine ganz schwache Rotreaktion, nach 24 Stunden bleibt dieselbe gänzlich aus. Nach 48 Stunden 2 Kölbchen des Versuchs Nr. 16 und 1 Kölbchen des Versuchs Nr. 17 eine schwache Trübung, keines davon jedoch gibt die Rotreaktion, auch nicht auf Nitritzusatz oder nach dreimaliger Übertragung des Materials in Peptonwässer.

Die mikroskopische Untersuchung des angelegten Agarstriches ergab das Vorhandensein von sporenbildenden Wasserbakterien. Auch auf Gelatineplatten und in Bouillonen, die mit 1 und 2 ccm des zum Versuche verwendeten, im strömenden Dampf sterilisierten Wassers angelegt wurden, war es zum Wachstum gekommen.

Es erwies sich also nicht einmal das zweimalige Sterilisieren durch je 1 Stunde im strömenden Dampfe als hinreichend, um die im Innwasser vorhandenen Mikroorganismen mit absoluter Sicherheit abzutöten, man kann daher auch einem chemischen Reinigungsverfahren bezüglich der Abtötung der Dauerformen nicht mehr zumuten als der strömende Dampf zu leisten vermag.

Aufserdem ist das Vorhandensein von saprophytischen Sporenbildnern auch im Trinkwasser wohl ohne praktische Bedeutung, und es ist ganz ungerechtfertigt, vom Chlorkalkverfahren zu verlangen, dafs es auch alle im Trinkwasser vorhandenen Saprophyten vernichten müsse.

Auffallend war es, warum in den Kontrollproben bei den Versuchen mit Innwasser die Rotreaktion nach 12 Stunden fast nur unmerklich, nach 24 Stunden überhaupt gar nicht mehr zur Geltung kam. Entweder war die Konkurrenz der Wasserbakterien so bedeutend, dafs das Wachstum der Cholerakeime ganz unterdrückt wurde, oder es ist anzunehmen, dafs die Stoffwechselprodukte bestimmter Organismen entwicklungshemmend auf die Vibrione bezw. störend auf das Auftreten der Rotreaktion einwirkten.

Um dieser Frage näher zu treten, wurden gewöhnliche Peptonwässer zuerst mit 1 ccm längere Zeit gestandenen Innwassers versetzt, hierauf mit zwei oder drei Ösen Cholerakultur. Weder nach 12 noch nach 24 Stunden zeigte sich Rotreaktion, auch nicht auf nachträglichen Zusatz von Kaliumnitrit, obwohl die reinen Peptonwässer, mit Cholera versetzt, sehr schön die Reaktion ergaben.

Peptonwässer	nach 12 Stunden	nach 24 Stunden
+ Cholera allein	+ R.-R.[1])	+ R.-R.
+ Cholera + B. Anthracis	+ R.-R.	+ R.-R.
+ Cholera + B. Coli	schwache R.-R.	keine R.-R.
+ Cholera + B. fluorescens liquefaciens	+ R.-R.	+ R.-R.
+ Cholera + Hühnercholera	schwache R.-R.	keine R.-R.
+ Cholera + Streptokokkus	+ R.-R.	+ R.-R
+ Cholera + Staphylokokkus	+ R.-R.	+ R.-R.
+ Typhus mur. + Cholera	+ R.-R.	+ R.-R.
+ Cholera + B. Typhus	+ R.-R.	+ R.-R.
+ Cholera + Proteus	+ R.-R.	+ R.-R.
+ Cholera + Pyocyaneus	keine R.	keine R.-R.

1) + bedeutet positiven Ausfall der Cholera-Rotreaktion.

Um zu erfahren, welche der bekannten Mikroorganismen störend auf die Rotreaktion einwirken, wurden Peptonwässer einerseits mit einer Öse des nachbenannten Bakterienmaterials, anderseits je einer Öse Cholerakultur versetzt.

Bei Bacterium coli und Hühnercholera in Verbindung mit Choleravibrionen war zwar die Rotreaktion nach 12 Stunden in Spuren zu merken, **nach 24 Stunden aber nicht mehr zu erhalten**, bei Cholera + Pyozyaneus überhaupt nicht vorhanden. Es kann daher nach dem Ausfall dieser Versuche das Ausbleiben der Rotreaktion noch nicht zu dem Schlusse berechtigen, dafs die Entwicklung von Choleravibrionen in einem Kolben mit Wachstum ausgeschlossen ist, sondern es ergibt sich daraus nur die Notwendigkeit, dafs man mit um so mehr Genauigkeit und unter Zuhilfenahme aller diagnostischer Mittel in den Versuchswässern nach entwicklungsfähig gebliebenen Vibrionen zu suchen habe.

B. Versuche mit verschiedenen pathogenen Mikroorganismen.

Tabelle V.

Steriles Leitungswasser (600 ccm), versetzt mit einer Aufschwemmung von Typhusbacillen. Weitere Behandlung der Proben wie in den Versuchen mit Choleravibrionen.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge		Desinfiziens	Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisationseffekt		Anmerkung
18	Steriles Leitungswasser	$^1/_2$ l	$^1/_2$ ccm	Typhus-Aufschwemmg	15 mg Chlor	30	6	steril	6	
19										
20			1 ccm							
21							5		3	2 Verunreinigungen durch Kokken

Die Kontrollkolben zeigen am folgenden Tage deutliche Trübung; im mikroskopischen Präparate Reinkulturen und Typhusbacillen. Agglutinationsphänomen positiv. In den Versuchen 18, 19 und 20 sämtliche Kolben steril, bei 21 in 2 Kölbchen Wachstum. Sowohl aus den Kölbchen wie auch von den angelegten Agarstrichen zeigten die mikroskopischen Präparate Reinkulturen von Kokken.

Tabelle VI.

Im folgenden Versuche wurde die Frage beantwortet, ob ein reichlicher Gehalt an organischen Substanzen, der den zulässigen Grenzwert von 10 mg Chamäleon pro Liter überschreitet, schon nachweisbare Störungen hinsichtlich der Desinfektionswirkung hervorruft. Bei gewöhnlichem Leitungswasser genügte ein Zusatz von 15 ccm einer 1 proz. Natriumsulfitlösung zur Neutralisierung des aus 150 mg Chlorkalk in 1 l Wasser freiwerdenden Chlors. Bei dem nun verwendeten Innwasser (pro Liter 14,13 mg Chamäleon) waren statt 7,5 nur 5 ccm der Salzlösung zur Bindung des freien Chlors für $^1/_2$ l Wasser nach Ablauf der Sterilisationszeit notwendig, das übrige Chlor ($^1/_3$) wurde durch die organischen Substanzen gebunden. Das Flufswasser wurde vor der Verwendung durch ein Nordtmeyer-Berkefeld-Filter filtriert, wodurch wir ein vollkommen keimfreies Filtrat erhielten, was die Aussaaten auf Gelatineplatten und in Bouillon bezeigten. Nebst Clorkalk wurde diesmal auch die von Hünnermann und Deiter angegebene Natriumhypochlorit Lösung, sowie die Schumburgsche Brom-Bromkalilösung in Verwendung gezogen. Das selbsthergestellte Natriumhypochlorit hätte einen Gehalt von 1,5% wirksamen Chlors.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Sterilisationseffekt	Anmerkung
22				Chlorkalk 0,075 entspr. 15 mg Cl		5	5	
23	Innwasser	$^1/_2$ l	5 ccm Cholera Aufschwemmung	NaOCl entsprechend 15 mg Cl	30'	6	steril 6	
24				Brom-Brom-Kalilösung entspr. 0,069 Brom		5	5	

Die Kontrollen zeigen nach 12 Stunden schwache aber doch deutliche, nach 24 Stunden intensive Rotreaktion.

In allen drei Versuchsreihen blieben die Kölbchen nach mehrtägigem Stehen im Brutofen vollständig steril. An den folgenden Tagen wurde noch eine Reihe von Versuchen mit der Natriumhypochloritlösung angeschlossen, nachdem jedesmal vor dem Versuche der Gehalt an wirksamem Chlor titrimetrisch festgestellt worden war. Die Resultate erwiesen sich bei entsprechendem Zusatz der Lösung ebenso günstig wie bei der Desinfektion mit Chlorkalk, jedoch schon in den wenigen Tagen, an welchen dieselbe in Verwendung kam, machte sich eine auffallende Verminderung des Chlorgehaltes bemerkbar. So zeigte z. B. eine Lösung, die nach dem Herstellen einen Chlorgehalt von 1,5% hatte, nach 10 Tagen nur noch 0,9%.

Allerdings wurde das Präparat in einer nicht dunklen Flasche aufbewahrt und bei der Verwendung zum Versuch und zur Titration öfter der Stöpsel gelüftet. Aber auch in einer zweiten Probe, die genau nach der Vorschrift in dunkler Flasche, geschützt vor Licht, verwahrt war und deren Stöpsel nur zur Titrierung gelüftet wurde, nahm der Chlorgehalt in verhältnismäfsig kurzer Zeit in ganz auffallend rapider Menge ab. Während sich bei der Anfangstitrierung 1,7% wirksamen Chlors ergaben, waren

nach 8 Tagen: 1,4%
» 14 » 1,3%
» 4 Wochen 0,4% Chlor vorhanden.

Dieser Umstand macht die Natriumhypochloritlösung für die Praxis gewifs nicht empfehlenswert und wenn unter den bisher in Betracht kommenden Chlorpräparaten einem die Souveränität zugeschrieben werden soll, so kann diese doch nur dem Chlorkalk zukommen, der unter der Voraussetzung, dafs er gut vor Feuchtigkeit und Licht geschützt aufbewahrt wird, nur ganz geringe Verluste an wirksamem Chlor erleiden dürfte. So hat Pattison[1]) den Wertverlust des Chlorkalkes beim Aufbewahren in Fässern und in Flaschen bei einer Temperatur von 5—17° C. geprüft und gefunden, dafs in Fässern der Gesamtverlust an wirksamem Chlor nur 3—4% pro Jahr betrage, während in Flaschen der Verlust an Chlor von 1,3—2,4% schwanke.

Tabelle VII.

Die folgenden Versuche sollten zum Vergleiche des Wirkungswertes des Chlors und des Broms auf pathogene Keime dienen und wurden genau in derselben Weise wie die früheren vorgenommen.

1) Journal Soc Chem. Ind., 1886, S. 587; zit. nach Lode, Arch. f. Hyg. Bd. 24.

Innwasser (unfiltriert).

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Effekt	Anmerkung
25	Innwasser, Keimzahl 51000 in ccm (pro Liter 10 mg Cham.)	$^1/_2$ l	5 ccm Typhus-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30'	6		6	
26				0,069 g Brom		5	steril	5	
27				15 mg Chlor (Chlorkalk)				5	
28				0,069 g Brom				2	2mal Wachstum von Typhusbacillen 1mal Wachstum von Kokken

Die Keimzählung auf den Gelatineplatten wurde schon nach 3 × 24 Stunden vorgenommen, da eine Anzahl der entwickelten Kolonien die Gelatine mit großer Schnelligkeit und in rascher Ausdehnung verflüssigte. In der Kontrollprobe fielen mikroskopisch auf lange, dicke Stäbchen mit träger Eigenbewegung und kürzere, dicke, bewegungslose Stäbchen, dazwischen die lebhafte Eigenbewegung der Typhusbacillen, die durch den Vergleich mit der Reinkultur als solche anzusprechen waren. Drei Kolben von dem mit Brom behandelten Wasser des Versuches Nr. 28 nach zwei Tagen mäßige Trübung. Zur Identifizierung Anlegung von Agarstrichen von den getrübten Kölbchen. Von zwei Strichen unter dem Mikroskope Typhusbacillen zu erkennen, was durch die Agglutination bestätigt wurde. Am dritten Agarstrich kamen Kokken zum Wachstum.

Tabelle VIII.

(Filtriertes Innwasser.)

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Sterilisationseffekt		Anmerkung
29	Innwasser (pro Liter 17,391 mg Cham.)	$^1/_2$ l	5 ccm Typhus-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30'	5	steril	5	
30								4	1mal Wachstum von Typhusbacillen
31				0,069 g Brom	5'			alle gewachsen	Typhusbacillen in allen Fällen gewachsen
32					30'			2 gewachsen	1mal Wachstum von Typhusbacillen 1mal von Mesentericus

Das verwendete Innwasser wurde vor dem Versuche durch ein Nordtmeyer-Berkefeld-Filter keimfrei gemacht. Was nun zum Wachstum kam, konnte nur von der zugesetzten Aufschwemmung herrühren. Im Versuche Nr. 30 in einem Kölbchen (Chlorkalk) Wachstum. Die mikroskopische Untersuchung sowie die Agglutinationsreaktion mit dem Materiale vom Agarstrich ergab Typhusbacillen.

Im Versuche Nr. 31 mit einer Einwirkungszeit des Broms von 5 Minuten in allen Kölbchen Wachstum. Die mikroskopische Untersuchung und das Agglutinationsphänomen liefsen Typhusbakterien erkennen.

Ein Kölbchen des Versuches 32 zeigt schwache Trübung und ein faltiges Häutchen an der Oberfläche, ein zweites gleichmäfsige Trübung im ganzen Kölbchen. Am Agarstrich des ersten Kölbchens kamen lange, schlanke Stäbchen zur Entwicklung mit lebhafter Eigenbewegung; die Agarkultur zeigte morphologisch Ähnlichkeit mit Bac. Mesentericus. Wahrscheinlich eine zufällige Verunreinigung an den zum Versuche benutzten Geräten, möglich auch veranlafst durch eine nicht genügende Sterilisation des schon zu früheren Versuchen benutzten Kölbchens. Im zweiten Kölbchen waren Typhusbakterien zum Wachstum gekommen.

In den bisherigen Versuchen konnte bei Zusatz von pathogenen Keimen niemals ein Wachstum von Choleravibrionen und nur einmal ein Wachstum von Typhusbacillen beim Chlorkalkverfahren nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse könnten mit Schüders Resultaten hinsichtlich des Hünermannschen Verfahrens nur schwer in Einklang gebracht werden.

Die Erklärung dieses augenscheinlichen Widerspruches suchten wir einerseits darin, dafs Schüder bei seinen Versuchen das Chlor nach der Vorschrift Hünermanns nur 10 Minuten, nicht nach der Vorschrift Lodes 30 Minuten einwirken liefs, anderseits lag die Vermutung nahe, dafs Schüder vielleicht mit einem widerstandsfähigeren Material gearbeitet hat als das unsrige war. Wir wendeten uns daher an das Institut für Infektionskrankheiten in Berlin mit der Bitte, uns für diesen Zweck das dortige Typhus-, Cholera- und Dysenteriematerial zu überlassen, doch konnte diesem Ansuchen aus äufseren Gründen nicht willfahrt werden. Dagegen kamen uns in der genannten Angelegenheit Herr Professor Kruse in Bonn und Herr Dr. Engels vom hygienischen Institute des Herrn Professor Bonhoff in Marburg in der bereitwilligsten Weise entgegen durch Übersendung ihrer Cholera-, Typhus- und Dysenteriekulturen, wofür diesen Herren auch an dieser Stelle unser Dank ausgedrückt werden möge.

Tabelle IX.

Zu den folgenden Versuchen benutzten wir ausschliefslich die Kulturen, die uns aus Bonn und Marburg zugesendet waren. Letztere waren besonders willkommen, nachdem Dr. Engels aus Marburg eine kritische Bearbeitung des Chlorkalkverfahrens bereits in Aussicht gestellt hatte.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat. Effekt	Anmerkung
33	Leitungswasser, unsterilisiert	$^1/_2$ l	5 ccm Cholera-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30'	5	steril 5	
34				0,069 g Brom				
35			5 ccm Typhus-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)				
36				0,069 g Brom				

Nach fünftägigem Stehen im Brutofen alle Kölbchen steril. Die aus Bonn übersendeten Typhus- und Dysenterie-Kulturen wurden vor einigen Wochen erst nach Kruses Mitteilung isoliert, dürften also als genügend kräftig zu betrachten sein. In allen obigen vier Versuchen blieben sämtliche angesetzte Kölbchen steril, trotzdem eine derartig bedeutende Menge (5 ccm) der Aufschwemmung dem Versuchswasser zugesetzt wurde, dafs nach dem Zusatze eine deutliche wolkige Trübung wahrzunehmen war.

Tabelle X.

Für die weiteren Versuche mit Typhus- und Dysenteriebacillen wurde nicht, wie bisher, Peptonkochsalzlösung (1 und $^1/_2$%) als Nährsubstrat verwendet, sondern $^1/_2$ l sterilisierten Wassers mit $^1/_2$ l doppelt konzentriertem Fleischwasser, versetzt mit 10 g Pepton und 5 g Kochsalz, gemischt, so dafs eine gewöhnliche Bouillon als Nährlösung entstand.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Effekt	Anmerkung
37	Leitungswasser, unsterilisiert	$^1/_2$ Liter	5 ccm Typhus-Aufschwemmg.	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30'	6	steril	5	Verunreinigung
38				0,069 g Brom				5	Verunreinigung durch Sarcinen

(Fortsetzung zu Tabelle X.)

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkg	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Effekt	Anmerkung
39	Leitungswasser, unsterilisiert	½ l	5 ccm Dysent.-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30 l	6	steril	5	Zufällige Verunreinigung
40			5 ccm Typhus-Aufschwemmung			10		9	Verunreinigung durch Mesentericus
41			5 ccm Dysent.-Aufschwemmung	0,069 g Brom		8		5	Zufällige Verunreinigung
42			5 ccm Dysent.-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)		7		6	Verunreinigung durch Streptokokken

Die fünf kleinen Kolben in den Versuchen 37, 38 und 39, in welche das sterilisierte Wasser in Form von gewöhnlicher Bouillon aus der Literflasche mittels Pipette übertragen wurde, sämtliche steril. Die Literflasche des Versuches 37 läfst am nächsten Tage Wachstum erkennen in Form einer deutlichen Trübung durch Bouillon. Die mikroskopische Untersuchung der getrübten Nährlösung sowie des Agarstriches zeigt lange, dicke Stäbchen mit langsamer Eigenbewegung, ohne die geringste Spur von Agglutination bei Zusatz von Immunserum. Nach einigen Tagen bildete sich über der getrübten Flüssigkeit eine deutliche Kamhaut, unter welcher sich die Bouillon zu klären begann. Ein Wachstum der zugesetzten pathogenen Keime war mit Rücksicht auf diesen Befund mit Sicherheit auszuschliefsen. Ganz dieselben Verhältnisse bot auch der grofse Kolben des Versuches 39 (Dysenterie-Chlor), während in einem Kolben vom Versuche 38 typische Sarcinenkolonien in Form von warenballenähnlich eingeschnürten Würfeln in vollständigen Reinkulturen zur Entwicklung kamen.

Ein Kölbchen des Versuches 40 und drei Kölbchen des Versuches 41 zeigen in zwei Tagen Wachstum. Mikroskopisch ergeben sich aus ersteren lange, dicke Stäbchen (Bacillus Mesentericus), aus zwei der anderen kurze, dicke Stäbchen, die zweifellos nicht als Dysenterie zu bezeichnen sind. Die Anlegung von Agarstrichen bestätigte diese Annahme, da die Kulturen von Dysenterie-Brom schon sowohl makroskopisch wie auch mikroskopisch ein von Dysenterie-Bacillen ganz verschiedenes Aussehen zeigten. In dem dritten Kölbchen von Dysenterie-Brom (Versuch 41) hatte sich wiederum eine Sarcinaart entwickelt. Das Kölbchen zeigte Trübung, der Agarstrich einen dicken, weifslichgelben, schmierigen Belag von konfluierenden Kolonien (Sarcina aurantiaca).

Das Kölbchen des Versuches 42 wies einen flockigen Bodensatz auf unter der sonst klaren Bouillon, das mikroskopische Präparat längere oder kürzere Streptokokkenketten.

Das Wachstum in allen diesen Kölbchen kann eben nur durch zufällige Verunreinigungen entweder der Gefäfse oder während der Arbeit hervorgerufen sein und es beweist diese Tatsache nur die Schwierigkeiten in der Durchführung der Versuche, da ein einziger aus der Luft hineingefallener Keim im stande ist, die Entwicklung der zugesetzten pathogenen Keime vorzutäuschen.

Tabelle XI.

Innwasser, filtriert durch Nordtmeyer-Berkefeld-Fitter. Organische Substanzen: Verbrauch von 72,97 mg Chamäleon pro Liter.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Präparat Effekt	Anmerkung
43	Innwasser, filtriert (72,97 mg Cham.)	½ l	5 ccm Cholera-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30 '	5	steril	5	
44			5 ccm Typhus-Aufschwemmung			9		9	
45			5 ccm Dysent.-Aufschwemmung			8		5	Verunreinigung durch Mesentericus

Cholera- und Typhus-Chlor sämtliche Kolben steril. Dysenterie-Chlor: Verunreinigung durch Bacillus Mesentericus in 3 Kölbchen, sowohl durch das Wachstum in den Kolben wie auch im mikroskopischen Präparate als solcher erkennbar.

Tabelle XII.

In den kommenden Versuchen wurden ausschliefslich die Marburger Kulturen in Verwendung gezogen und beim ersten Versuche mit einem Chlorkalk gearbeitet, der schon mehrere Jahre im Laboratorium gestanden und bei der Titrierung einen

Gehalt von 10% wirksamen Chlors ergab. Die Resultate erwiesen sich auch demgemäfs ungünstig, da auch keine gröfsere Menge als 0,075 g dem zu sterilisierenden Wasser (½ l) beigegeben wurde.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Effekt	Anmerkung
46	Leitungswasser, nicht sterilisiert	½ l	5 ccm Typhus-Aufschwemmung	0,075 g 10 proz. Chlorkalk	30'	10	steril	7	3 mal Wachstum von Typhusbacillen
47				0,069 g Brom		9		4	5 mal Wachstum von Typhusbacillen
48			5 ccm Dysenterie-Aufschwemmung	0,075 g 10 proz. Chlorkalk		8		4	4 mal Wachstum von Dysenteriebacillen
49				0,069 g Brom		9		7	2 mal Wachstum von Dysenteriebacillen

Typhus-Chlor: Wachstum in 3 Kolben. Agarstriche ergeben Typhusbacillen, im mikroskopischen Präparat und durch die Agglutinationsreaktion diagnostizierbar.

Typhus-Brom: Wachstum von Typhus in 5 Kölbchen.

Dysenterie-Chlor: Wachstum von Dysenterie in 4 Kölbchen, im mikroskopischen Präparat kleine, dicke Stäbchen mit lebhafter Eigenbewegung, nicht zu unterscheiden von dem von der Reinkultur angelegten Präparat.

Dysenterie-Brom: In 2 Fällen Dysenterie gewachsen.

Der ungünstige Ausfall der Chlorversuche ist in diesem Falle durch die ungenügende Konzentration der Chlorkalklösung leicht zu erklären, er beweist, dafs man unter die von Lode angegebene Menge in keinem Falle herabgehen darf. Die Resultate bei den Bromversuchen erscheinen ebenso ungünstig wie sie Schüder und Engels bei der Nachprüfung des Schumburgschen Verfahrens erhalten hatte, es ist eben das Brom in der angegebenen Konzentration, wie auch aus den früheren Versuchen hervorgeht, noch nicht im stande, mit Sicherheit die pathogenen Keime abzutöten und eine höhere Konzentration des Broms dürfte sich in der Praxis wohl kaum empfehlen. Wir glaubten daher, von einer weiteren Prüfung des Bromverfahrens absehen zu dürfen und haben uns in der Folge nur mehr mit dem Chlorkalkverfahren befafst.

Tabelle XIII und XIV.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Effekt	Anmerkung
50	Leitungswasser, unsterilisiert	1/2 l	5 ccm Cholera-Aufschwemmung	15 mg Chlor (Chlorkalk)	30'	4	steril	4	
51			5 ccm Typhus-Aufschwemmung			4		3	1 Verunreinigung durch Bac. Mesentericus
52			5 ccm Typhus-Aufschwemmung			5		5	
53			5 ccm Dysenterie-Aufschwemmung			4		3	1 Verunreinigung durch Streptokokken
54			5 ccm Typhus-Aufschwemmung			6		6	
55			5 ccm Dysenterie-Aufschwemmung			6		5	1 Verunreinigung durch Kokken

Ad Versuch 51: sehr lange, schmale Stäbchen mit ziemlich lebhafter Eigenbewegung in Reinkulturen; Agglutinationsreaktion negativ.

Ad Versuch 53: Streptokokken in Reinkulturen aus der Bouillon und vom Agarstrich. Die Bouillon nach 4 Tagen vollständig klar mit wolkigem Bodensatz.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens		Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat.	Effekt	Anmerkung
56	Innwasser filtriert (72 mg Cham. pro Liter)	1/2 l	3 ccm Typhus-Aufschwemmung	15 mg	Chlor (Chlorkalk)	30'	5	steril	3	1 mal Typhusbacillen gewachsen 1 zufällige Verunreinigung
57				25 mg					4	1 Verunreinigung durch Kokken
58			3 ccm Dysent.-Aufschwemmung	15 mg					4	1 Verunreinigung durch Kokken
59				25 mg					4	1 Verunreinigung durch Sarcinen

Fortsetzung zu Tabelle XIV.

Versuchs-Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens		Zeit der Einwirkg.	Zahl der Kolben	Sterilisat.-Effekt		Anmerkung
60	Innwasser, filtriert durch Berkefeld, org. Subst. 28 : 458 mg Cham. pro Liter	1/2 l	3 ccm Typhus-Aufschwemmung	15 mg	Chlor (Chlorkalk)	30'	6	steril	6	
61				25 mg			9		7	1 Verunreinigung durch Kokken 1 durch Bac. Mesentericus
62			3 ccm Dysent.-Aufschwemmung	15 mg			6		5	1 Verunreinigung durch Bac. Mesentericus
63				25 mg			8		5	1 Verunreinigung durch Sarcinen 1 durch Bac. Mesentericus

Beim Versuche 56 zeigte schon der getrübte Inhalt eines Kölbchens unter dem Mikroskope typhusähnliche Formen, eine Probe vom Agarstrich, aus demselben Kolben angelegt, ergab die Agglutinationsreaktion mit Typhusserum 1 : 50.

Die vielen übrigen Verunreinigungen in den letzten Versuchsreihen, die für den Ausfall der Versuche zwar als bedeutungslos, aber immerhin als störende Zufälligkeiten zu betrachten sind, haben ihre Ursache entweder in der nicht vollständigen Sterilität der beim Versuche benutzten Utensilien, oder es sind die Keime (Sarcinen, Kokken) während der Arbeit aus der Luft in die Nährlösungen hineingefallen.

Es sei noch bemerkt, dafs es uns gelang, ein Kaninchen durch intraperitoneale Einverleibung von lebenden Dysenteriekulturen innerhalb weniger Tage zu immunisieren und wir von demselben ein Serum erhielten, das in der Verdünnung 1:50 unsere Dysenteriebacillen agglutinierte. Wir konnten daher auch mit diesem diagnostischen Behelfe den mikroskopischen Befund von dem in den getrübten Dysenteriekölbchen befindlichen Material kontrollieren.

Überblickt man die durch die vorstehenden Versuche gewonnenen Resultate, so sind sie, was die Sterilisationswirkung des Chlorkalkes bei mit Choleravibrionen und Dysenteriebacillen infizierten Wässern anbelangt, als nicht ungünstig zu bezeichnen, dagegen als weniger günstig bei den mit Typhusbacillen versetzten Wasserproben. Eine Übersicht über die Menge des die Verunreinigung erzeugenden Mikrobienmaterials aber läfst unzweideutig erkennen, dafs sich die Ergebnisse bei den Versuchen mit Typhusbazillen dann wesentlich ungünstiger gestalten, wenn eine gröfsere Menge der Aufschwemmung der pathogenen Keime dem zu sterilisierenden Wasser zugesetzt wird.

In den ersten Versuchen (Versuch 1—17), in denen die Sterilisationswirkung des Chlorkalkes auf Choleravibrionen, aufgeschwemmt in Wässern von verschiedener Herkunft, geprüft wurde, wurden anfangs nur 5—10 Ösen (Versuche 1—3), später $^1/_2$—1 ccm (Versuche 4—17), der Choleraufschwemmung 1 l des Versuchswassers beigemischt. In allen Fällen blieben die Proben steril. Aber auch bei den Versuchen 22, 33, 43 und 50, bei welchen für $^1/_2$ l Versuchswasser 5 ccm der Aufschwemmung, d. i. eine Agarkultur für 1 l Wasser, in Verwendung gezogen wurde, liefs sich nirgends der Nachweis von lebend gebliebenen Choleravibrionen erbringen.

Auf Wasserproben von $^1/_2$ l, die mit einer halben Agarkultur von Dysenteriebacillen versetzt waren, wirkte Chlorkalk in der von Lode angegebenen Konzentration und Zeit in acht Versuchen ein; in keinem Falle konnte ein Wachstum von Dysenteriebacillen konstatiert werden.

Bei den mit Typhuserregern infizierten Wasserproben wurde anfangs $^1/_2$ ccm (Versuche 18 und 19), später 1 ccm (Versuche 20 und 21) der Aufschwemmung (1 Agarkultur auf 10 ccm sterilen Wassers) je $^1/_2$ l des Versuchswassers zugegeben; in den späteren Versuchen (25, 27, 29, 30, 35, 37, 40, 44, 51, 52 und 54) kommen 5 ccm, in den Versuchen 56 und 60 je 3 ccm der Typhusbacillen-Aufschwemmung zur Verwendung. In diesen 13 Versuchsreihen mit gröfseren Mengen des zugesetzten Mikroorganismenmaterials

konnten wir zweimal Typhusbacillen in den sterilisierten Wasserproben nachweisen (Versuche 30 und 56).

Obwohl bei dem günstigen Ergebnisse der früheren Versuche die Vermutung nahe lag, dafs diese beiden Fälle von Wachstum der Typhusbacillen vielleicht durch einen Fehler in der Versuchsdurchführung oder durch mangelhafte Technik verursacht seien, war doch die Möglichkeit nicht auszuschliefsen, dafs die beiden Mifserfolge durch ein Versagen der Chlorwirkung in der angegebenen Konzentration herbeigeführt wurden. In den Versuchen 57, 59, 61 und 63 wurde denn auch die Menge des zugesetzten Chlorkalks erhöht, so dafs in den genannten vier Versuchsreihen 25 mg wirksamen Chlors, entsprechend 125 mg eines 20proz. Chlorkalkes, für jeden 1/2 l Wasser zur Einwirkung kamen. Die Kölbchen, die mit den sterilisierten Wasserproben hergestellt waren, zeigten zwar in sechs Fällen (unter 29) Verunreinigungen, doch liefsen sich in keinem Falle die zugesetzten Typhus- und Dysenteriebacillen herauszüchten. Die Versuchszahl bei Verwendung der erhöhten Chlorkalkmenge war zwar noch zu klein, um daraus direkte Folgerungen ableiten zu können, doch glaubten wir mit der Erhöhung des wirksamen Chlors auf 50 mg pro Liter einen genügenden Sicherheitskoeffizienten geschaffen zu haben, der auch unter ungünstigen Verhältnissen eine zuverlässige Sterilisationswirkung erhoffen lasse.

Die vorliegenden Arbeiten wurden zu Beginn der Sommermonate des Jahres 1902 unterbrochen; inzwischen war eine kritische Bearbeitung des Chlorkalkverfahrens von Engels[1]) erschienen, der bei einer ähnlichen Versuchstechnik (Umgestaltung des gesamten Versuchswassers in eine Nährlösung) die Chlorkalkmenge von 150 mg pro Liter bei einer Einwirkungszeit von 30 Minuten nicht für hinreichend fand. Seine Abweichungen in der Versuchstechnik im Vergleiche zur unsrigen bestanden darin, dafs er das sterilisierte Wasser aus dem grofsen Versuchskolben nicht in kleine Kölbchen übertrug, sondern die in eine 1proz. Pepton-, 1/2proz. Kochsalzlösung umgewandelte Wassermasse als

1) Engels Zentralblatt für Bakteriologie, 1. Abt., Bd. XXXII, 1902, S. 495.

Ganzes für 8 Tage in den Brutofen stellte. Wir mufsten uns gestehen, dafs diese Versuchsanordnung noch schärfere Bedingungen enthält als die von uns geübte; denn beim Abziehen in die kleinen Kölbchen pflegten wir zwar die sterilisierte Wassermasse zum gröfsten Teile, jedoch nicht vollständig auf entwicklungsfähig gebliebene Keime zu prüfen, indem der Bodensatz, der sich nach Zusatz der verschiedenen chemischen Agentien in jedem Kolben bildete, nicht zur Untersuchung gelangte.

Ein Vergleich der von uns bis jetzt erhaltenen Versuchsresultate mit denen von Engels liefs sich aus dem Grunde nicht gut durchführen, weil Engels nicht bei der gleichen Zeitdauer von 30 Minuten gearbeitet hat, sondern eine Einwirkungsdauer von 5—60 Minuten in den verschiedenen Versuchsreihen zur Anwendung brachte. In einem Punkte hingegen zeigen seine Versuche eine fortdauernde Einheitlichkeit, und zwar betrifft dieselbe den Zusatz von pathogenen Keimen zum Wasser. Sowohl von Choleravibrionen, wie auch von Typhusbacillen werden stets ein Agarröhrchen nach vorheriger Aufschwemmung in Bouillon je einem Liter des Versuchswassers beigemischt.

Engels folgert aus seinen Versuchsresultaten, dafs er erst mit einer Einwirkungszeit von einer Stunde der untersten Grenze der Wirksamkeit von 150 mg Chlorkalk pro Liter ziemlich nahegekommen sei.

Für die Praxis hält er aber diese Zeit für viel zu lang und er fordert hierfür die Einwirkungsdauer von 10 Minuten; in einer weiteren Reihe von Versuchen wird dann die Menge des Desinfiziens für die angegebene Zeit ermittelt und der Nachweis erbracht, dafs der Chlorkalk erst in einer Dosis von 0,45 g pro Liter sicher im stande ist, innerhalb 10 Minuten die gelegentlich im Trinkwasser vorkommenden pathogenen Keime (Choleravibrionen und Typhusbacillen) abzutöten.

Es konnte wohl nach dem Ergebnisse dieser Untersuchungen keinem Zweifel unterliegen, dafs der negative Ausfall unserer Versuche 30 und 56 nicht auf einen Fehler in der Technik, sondern höchst wahrscheinlich auf ein Versagen der Chlorwirkung zurückgeführt werden müsse. Wenn sich nun im allgemeinen

unsere Resultate günstiger als die Ergebnisse Engels gestalten, so dürfte der Grund hierfür darin zu suchen sein, dafs wir durch unsere Versuchsanordnung — Abziehen des sterilisierten Wassers in kleine Kölbchen ohne Berücksichtigung des Bodensatzes — zweifellos günstigere Bedingungen für den positiven Ausfall der Versuche geschaffen haben.

Um diesem gewifs berechtigten Einwand zu begegnen, anderseits um uns in dieser Frage vollständige Klarheit zu verschaffen, entschlossen wir uns zu einer weiteren Fortsetzung der Versuche, wobei die oben angeführten schärferen Versuchsbedingungen bei Schaffung möglichst einheitlicher Verhältnisse in Bezug auf die zur Verunreinigung verwendete Menge des pathogenen Mikrobenmaterials zur Anwendung kommen sollten.

Der Gang der Untersuchungen hierbei war, kurz gesagt, folgender: Zusatz von je $^1/_2$ Agarkultur, aufgeschwemmt in sterilem Wasser, zu einem $^1/_2$ l des Versuchswassers, Zusatz des Chlorkalkbreies, der Salzsäure und nach 30 Minuten des Neutralisationsmittels; Umgestaltung des sterilisierten Wassers in eine 1 proz. Pepton- = $^1/_2$ proz. Kochsalzlösung, Herstellung einer gut alkalischen Reaktion durch Zusatz von einigen Tropfen einer 10 proz. sterilen Sodalösung. Der ganze Kolben wurde sodann im Brutschranke bei 37° stehen gelassen.

Tabelle XV.

Einwirkung von 15 mg Chlor (entsprechend 75 mg eines 20 proz. Chlorkalks) auf Choleravibrionen ($^1/_2$ Agarkultur in $^1/_2$ l des Versuchswassers).

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	$^1/_2$ l	$^1/_2$ Agarkultur	15 mg Chlor	30 l	1	Verunreinigung
2							steril
3							Verunreinigung
4							steril

Fortsetzung zu Tabelle XV.

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
5	Leitungswasser, sterilisiert	$^{1}/_{2}$ l	$^{1}/_{2}$ Agarkultur	15 mg Chlor	30 I	1	Verunreinigung durch Bac. Mesentericus
6							steril
7							Wachstum von Choleravibrionen
8							Wachstum von Choleravibrionen
9							Wachstum von Choleravibrionen
10							steril

Am 3. Tage zeigt Kolben 3, am 5. Tage Kolben 1, am 6. Tage Kolben 7 und 9, schliefslich am 8. Tage Kolben 5 und 8 schwache Trübung. Rotreaktion positiv bei Peptonwässern aus Kolben 7, 8 und 9, in den übrigen Fällen negativ.

Von allen getrübten Kolben Übertragung von mehreren Tropfen Inhalt in Röhrchen mit Peptonwasser und Bouillone, sowie Anlegung von Agarstrichen. Mit allen uns für die Diagnose von Cholera zu Gebote stehenden Hilfsmitteln wurde nun das Mikrobienmaterial der getrübten Kolben nach entwicklungsfähig gebliebenen Vibrionen abgesucht, und solche nachgewiesen in den Kolben 7, 8 und 9, während die Trübung in den übrigen Wasserproben von zufälligen Verunreinigungen herstammte.

Der Umstand, dafs erst nach Verlauf von mehreren Tagen, während welcher Zeit die Kolben ganz klar erschienen, ein deutliches Wachstum in den Kolben 7, 8 und 9 konstatiert werden konnte, läfst darauf schliefsen, dafs nur eine ganz geringe Anzahl der zugesetzten Vibrionen lebensfähig geblieben sein kann und dafs diese stark reduzierte Zahl aufserdem noch bedeutend in der Entwicklungsfähigkeit beeinträchtigt sein mufste.

Tabelle XVI.

Einwirkung von 15 mg Chlor (entsprechend 75 mg eines 20proz. Chlorkalks) auf Typhusbacillen ($^{1}/_{2}$ Agarkultur in $^{1}/_{2}$ l Wasser.

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Desinfiziens	Zeit der Einwirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	$^1/_2$ l	$^1/_2$ Agarkultur	15 mg Chlor	30 I	1	Verunreinigung
2							Typhusbacillen gewachsen
3							Verunreinigung
4							Verunreinigung
5							Typhusbacillen gewachsen
6							Typhusbacillen gewachsen

Am fünften Tage zeigen alle Kolben Wachstum und es ergaben die zur Identifizierung von Typhusbacillen angelegten Agarstriche aus dem Inhalte der Kolben 1, 3 und 4 unter dem Mikroskope lange, dicke Stäbchen ohne Eigenbewegung; die Nährlösung in diesen Kolben zeigt eine dicke Kamhaut. Der mikroskopische Befund der Agarstriche aus dem Inhalte des Kolbens 2, 5 und 6 ergibt kleine Stäbchen mit lebhafter Eigenbewegung; Agglutinationsphänomen positiv.

Bei Verwendung von 150 mg Chlorkalk und einer Einwirkungsdauer von 30 Minuten war es also bei Umgestaltung der gesamten sterilisierten Wassermasse zu einer Nährlösung unter den zehn Versuchen mit dem Choleravibrio dreimal, bei den sechs Versuchen mit Typhusbacillen gleichfalls dreimal zum Wachstum der pathogenen Keime gekommen.

Es mufste also der Grenzwert der Chlorkalkmenge, von der man bei dieser Versuchsanordnung innerhalb 30 Minuten eine zuverlässige Wirkung erhoffen kann, bedeutend höher liegen, und es wurden daher die weiteren Versuche mit erhöhten Chlorkalk- bezw. Chlormengen zur Ermittlung dieser Grenze angestellt.

Tabelle XVII.

Einwirkung von 25 mg Chlor (entsprechend 125 mg eines 20proz. Chlorkalks) auf Choleravibrionen ($^1/_2$ Agarkultur in $^1/_2$ l Wasser).

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Ein-wirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	½ l	½ Agarkultur	25 mg Chlor	30 '	1	steril
2							steril
3							Verunreinigung durch Luftkeime (Sarcinen)
4							steril
5							Wachstum von Cholera-vibrionen
6							steril

Am 3. Tage zeigte der Kolben 5, am 6. Tage der Kolben 3 Trübung. Die Fortzüchtung des im Kolben 5 gewachsenen Mikrobienmaterials ergab Rotreaktion, sowie positive Agglutinationsreaktion; aus dem getrübten Inhalt des Kolbens 3 liefsen sich nur Reinkulturen von Sarcinen erhalten.

Tabelle XVIII.

Einwirkung von 25 mg Chlor auf Typhusbacillen (½ Agarkultur in ½ l Wasser).

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Ein-wirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	½ l	½ Agarkultur	25 mg Chlor	30 '	1	steril
2							steril
3							Verunreinigung durch Sarcinen
4							steril
5							Verunreinigung durch Sarcinen
6							steril
7							steril
8							steril
9							steril
10							steril

Kolben 3 am 4 Tage Trübung, Kolben 5 am 5. Tage. Die Untersuchung des mikroskopischen Präparates nach Fortzüchtung auf Agar ergab in beiden Fällen Sarcinen in Reinkulturen.

Tabelle XIX.

Einwirkung von 50 mg Chlor (entsprechend 250 mg eines 20proz. Chlorkalks) auf Choleravibrionen (1/2 Agarkultur in 1/2 l Versuchswasser).

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Ein-wirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	1/2 l	1/2 Agarkultur	50 mg Chlor	30'	1	steril
2							steril
3							Verunreinigung durch Sarcinen
4							steril
5							steril
6							steril
7							steril
8							steril
9							steril
10							steril

Am 4. Tage zeigte nur Kolben 3 Trübung; der Mikrobieninhalt erwies sich als Sarcinen. Alle übrigen Kolben auch nach mehrwöchentlichem Stehen im Brutofen vollkommen klar.

Tabelle XX.

Einwirkung von 50 mg Chlor auf Typhusbacillen (1/2 Agarkultur in 1/2 l Versuchswasser).

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Kultur Menge	Des-infiziens	Zeit der Ein-wirkung	Zahl der Kolben	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	1/2 l	1/2 Agarkultur	50 mg Chlor	30'	1	steril
2							steril
3							steril
4							steril
5							steril
6							steril
7							steril
8							steril
9							steril
10							steril

Sämtliche Kolben blieben auch nach mehrwöchentlichem Stehen im Brutofen vollkommen steril.

Bei Verwendung der erhöhten Chlorkalkmengen von 50 mg Chlor pro Liter konnte nur in einem Falle (Tabelle XVI, Versuch Nr. 5) ein Wachstum der zugesetzten pathogenen Keime nachgewiesen werden, bei Verwendung von 100 mg Chlor pro Liter blieben dagegen alle Proben steril. Wenn wir auch diesen negativen Ausfall bei 50 mg Chlor pro Liter nicht einem technischen Fehler, sondern einem Versagen der Chlorwirkung zuschreiben, so können wir mit Sicherheit annehmen, dafs bei einer Einwirkungsdauer von 30 Minuten ein Zusatz von 100 mg Chlor pro Liter (entsprechend 0,5 g eines 20proz. Chlorkalks) sämtliche vegetativen Formen der im Trinkwasser vorhandenen pathogenen Mikroorganismen zu vernichten im stande sei.

Es vermag demnach das Chlor in der ursprünglich angegebenen Konzentration dieser neuen, subtileren Versuchstechnik nicht mehr standzuhalten, und es war uns dabei gleichzeitig klar, dafs auch andere Versuchsresultate, die sich auf die Sterilisation von Trinkwasser beziehen und durch die früher übliche Versuchsanordnung gewonnen wurden, ihre Gültigkeit verlieren bezw. eine Abänderung erfahren müfsten. So hat beispielsweise Pick[1]) unter Grubers Leitung im Wiener hygienischen Institute die Einwirkung von Wein und Bier, sowie von einigen organischen Säuren auf Choleravibrionen und Typhusbacillen geprüft und unter anderem gefunden, dafs Zitronensäure in 2‰-Lösung den Choleravibrio binnen 5 Minuten abtötet, in 1‰-Lösung innerhalb 15 Minuten und in 0,5‰-Lösung in ½ Stunde.

In gleicher Weise wie Zitronensäure sollen auch andere organische Säuren (wie Essig-, Milch-, und Weinsäure) wirksam sein.

Auch Pick hat nach der damals üblichen Technik von den sterilisierten Gemischen nach bestimmten Fristen mittels der Platinöse kleine Tröpfchen auf geeignete Nährböden, Gelatine oder Agar, meist aber in Bouillon übertragen.

---

1) Pik, Archiv für Hygiene, Bd. 19, 1893, S. 51.

Wird jedoch der Wirkungswert der Zitronensäure auf Choleravibrionen, aufgeschwemmt in Trinkwasser, mittels des Peptonanreicherungsverfahrens geprüft, so müssen sowohl die Konzentration des Desinfiziens höher gestellt wie auch die Zeit der Einwirkung verlängert werden. Nachstehende Versuche wurden diesem Gegenstande gewidmet und dabei im wesentlichen derselbe Vorgang eingeschlagen wie bei der Nachprüfung des Chlorkalkverfahrens. Zu 100 ccm sterilisierten Leitungswassers wurde $^1/_{10}$ Agarkultur des Choleravibrio (1 Agarkultur, aufgeschwemmt in 10 ccm sterilen Wassers für 1 l Versuchswasser) zugegeben, sodann die Zitronensäure in verschiedenen Mengen in Form einer 10proz. Lösung. Nach verschieden langer Einwirkungszeit erfolgte die Neutralisation der Säure mittels einer 16proz. sterilen Sodalösung und nach Konstatierung der gut alkalischen Reaktion die Umwandlung der gesamten Wassermasse in eine 1proz. Pepton = $^1/_2$proz. Kochsalzlösung.

Tabelle XXI.

Einwirkung der Zitronensäure auf Choleravibrionen.

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Desinfiziens		Zeit	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	100 ccm	Zitronensäure	1 ‰	15′	Wachstum von Choleravibrionen
2					30′	
3					60′	
4				2 ‰	5′	
5					10′	
6					30′	
7				5 ‰	5′	
8					10′	
9					30′	Am 5. Tage Trübung, Choleravibrio nicht nachzuweisen. Verunreinigung
10					30′	Verunreinigung durch Kokken
11				2 ‰	60′	Wachstum von Choleravibrionen
12					60′	
13					90′	
14					120′	steril
15					120′	steril

Tabelle XXII.

Dieselben Verhältnisse wie in dem früheren Versuche.

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Desinfiziens		Zeit	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	100 ccm	Zitronensäure	5‰	5'	Rotreaktion; Wachstum von Choleravibrionen
2					10'	
3					15'	Verunreinigung durch Mesentericus; keine Choleravibrionen nachzuweisen
4					30'	Verunreinigung durch Sarcinen
5					15'	
6					10'	Rotreaktion
7					30'	steril

Kein Wachstum von Choleravibrionen bei 15 Minuten und 30 Minuten Einwirkungszeit bei Verwendung einer 5‰-Lösung von Zitronensäure.

Tabelle XXIII.

Dieselben Verhältnisse wie in den zwei früheren Versuchen.

Nr.	Art des Wassers	Menge des Wassers	Desinfiziens		Zeit	Anmerkung
1	Leitungswasser, sterilisiert	100 ccm	Zitronensäure	5‰	10'	Choleravibrio gewachsen
2					10'	
3					10'	
4					10'	
5					15'	
6					15'	
7					15'	
8					30'	steril
9					30'	

Erst bei Verwendung der Zitronensäure in 5‰-Lösung und einer Sterilisationszeit von 30 Minuten oder in 2‰-Lösung und einer Einwirkungszeit von 2 Stunden war es möglich, die im Wasser schwebenden Choleravibrionen abzutöten, im Gegensatz zu den

Resultaten Picks, der den Sterilisationseffekt bei einer 2‰-Lösung schon in 5 Minuten erreichte. Es mufste also bei Verschärfung der Versuchstechnik in dem angegebenen Sinne bei Verwendung einer mehr als 2fachen Konzentration die Versuchsdauer auf das 6fache, oder bei Beibehaltung desselben Konzentrationsgrades die Einwirkungszeit auf das 24fache verlängert werden, so dafs sich der Sterilisationseffekt demnach fast 15 bezw. 24mal ungünstiger gestaltet, als es Pick nach seiner Versuchsanordnung annehmen mufste.

Schlufsbemerkungen.

Seitdem Schüder diese verfeinerte und ungleich schärfere Methode der Prüfung auf Keimfreiheit bei einem chemischen Trinkwasserreinigungsmittel gefordert hatte, wurde das Chlorkalkverfahren nach diesen strengen Anforderungen von Rabs, Engels und uns einer Nachprüfung unterzogen. In der Publikation von Rabs fehlen jedoch Protokolle und es erscheint daher das günstige Endresultat des Genannten so wenig gestützt, dafs seine Angaben Gefahr laufen, als minder gründliche bezeichnet zu werden. Engels gelangt auf Grund seiner Nachprüfung zu einer ungünstigen Beurteilung des Chlorkalkverfahrens; nach seinen Untersuchungen müfste bei der Konzentration von 150 mg Chlorkalk pro Liter die Einwirkungszeit auf mindestens 1 Stunde verlängert, bezw. bei Verwendung einer Sterilisationszeit von 10 Minuten die Chlorkalkmenge auf 0,45 g pro Liter erhöht werden.

Wenn wir von unseren Versuchen diejenigen, bei welchen die gleiche Kulturmenge des pathogenen Mikrobienmaterials dem bestimmten Quantum des Versuchswassers zugesetzt wurde, in Betracht ziehen, so können wir dieselben in zwei Gruppen sondern, je nachdem die ganze infizierte und nachher sterilisierte Wassermasse zur Prüfung auf Keimfreiheit benutzt wurde, oder durch das Abziehen des Versuchswassers in kleine Kölbchen blofs der gröfste Teil mit Ausschlufs des Bodensatzes zur Verarbeitung kam. Für den letzteren Fall liegen bei Typhuswässern 13 Versuchsreihen vor, davon zwei mit negativem Erfolge, entsprechend

einem Prozentsatze von 15,3% Mifserfolg. Wurde die gesamte Wassermasse auf den Sterilisationserfolg untersucht, so kamen in sechs Versuchen mit Typhuswässern 3mal die Typhusbacillen zum Wachstum, entsprechend also einem negativen Ausfall von 50%. Bei den Versuchen mit Choleravibrionen und Übertragung des sterilisierten Wassers in kleine Kölbchen liefsen sich unter vier Versuchen niemals lebensfähig gebliebene Vibrionen nachweisen (Versuchs-Nr. 22, 33, 43, 50), im Gegensatz zu den Resultaten auf Tabelle XIV, wobei sich unter zehn Versuchen in drei Fällen der Choleravibrio identifizieren liefs.

Es besagen diese Vergleiche, dafs die beiden, bei flüchtiger Betrachtung gar nicht viel voneinander differierenden Versuchsanordnungen doch schon wesentlich verschiedene Resultate liefern können; es ist daher nicht auffällig, dafs bisher alle Untersucher einstimmig zu den gleichen günstigen Resultaten gelangt sind, wenn sie blofs geringe Mengen (1—2 ccm) des Versuchswassers aus den oberen und mittleren Schichten auf Sterilität prüften, während, wie aus den Vergleichen mit grofser Wahrscheinlichkeit zu entnehmen ist, der sich bildende Niederschlag auf mechanischem Wege durch Sedimentierung Keime mitreifst, die hierdurch einerseits der Sterilisationswirkung entgehen, anderseits bei Nichtberücksichtigung des Bodensatzes nicht zum Wachstum kommen konnten.

Schüder und Engels setzen 1 l Versuchswasser eine ganze Agarkultur zu; wir schliefsen uns diesem bedeutenden Ausmafse gleichfalls an und geben in Anbetracht des Umstandes, dafs wir über die zur natürlichen Infektion notwendige Mikroorganismenzahl bei den in Frage kommenden Infektionserkrankungen (Ruhr, Cholera, Typhus) so gut wie gar nichts wissen, rückhaltlos die Wichtigkeit zu, dafs bei einem Wasserreinigungsverfahren, welches die ganze Wassermasse sterilisieren soll, auch eine grofse, womöglich die ganze Wassermasse auf ihren Gehalt an pathogenen Keimen abzusuchen sei, wofern sich dies überhaupt methodisch durchführen läfst.

Bei Anerkennung dieser strengen, durch die verfeinerte bakteriologische Untersuchungstechnik gestellten Anforderungen

müssen wir in Übereinstimmung mit Herrn Professor Lode zugeben, dafs das Chlorkalkverfahren in der angegebenen Konzentration von 150 mg pro Liter und einer Einwirkungszeit von 30 Minuten diesen Bedingungen nicht standzuhalten vermag; eine höhere Konzentration des Chlorkalks jedoch, wie sie sich nach Engels und auch nach unseren Versuchen zur Erreichung einer absolut zuverlässigen Wirkung als notwendig herausstellt, dürfte sich aus mehrfachen Gründen nicht empfehlen. Erstens ist ein mit höheren Chlorkalkmengen behandeltes Wasser geschmacklich nicht mehr einwandsfrei, da schon bei Zusatz von 50 mg, noch mehr aber bei 100 mg Chlor pro Liter, ein ausgesprochen laugenhafter, geradezu widerlicher Geschmack das Wasser ungeniefsbar macht.

Aufserdem sind gewifs, worauf auch Engels aufmerksam macht, die hohen Natriumsulfitmengen nicht ohne Einflufs auf den Intestinaltraktus des menschlichen Organismus.

Das käufliche Natriumsulfit schwankt stark in seiner Zusammensetzung und hat immer einen mehr oder weniger hohen Sulfatgehalt. Das letzte hier in Innsbruck im Handel zu erhaltende Natriumsulfit hatte, obwohl es kristallwasserfrei war und als solches als das konstantere Präparat angesehen werden mufs, einen Sulfatgehalt von 50%, so dafs bei Genufs von gröfseren Mengen von chloriertem Wasser mit Zusatz von Natriumsulfit als Antichlor sicherlich auch die dem Natriumsulfat zukommende abführende Wirkung in Betracht zu ziehen wäre, zumal das Natriumsulfit bei der Reaktion mit Chlor in der wässerigen Lösung eine Oxydation zu Natriumsulfat erfährt. In neuerer Zeit wird das Natriumsulfit auch als Konservierungsmittel des Fleisches[1]) gebraucht und zeigt dabei in hohem Grade austrocknende und fäulnishemmende Wirkungen; es scheint demnach geradezu als ein Antiseptikum zu wirken.

So wünschenswert sich ein chemisches Wasserreinigungsverfahren für gewisse praktische Verhältnisse zurzeit von Epidemien, für die marschierende Truppe usw. erweisen würde, so wird

1) Kuschel, Archiv für Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. 43, S. 134.

man demnach für alle jene Fälle, in denen der Sterilisationsprozefs in möglichst kurzer Zeit oder sofort durchgeführt werden soll, auf das Chlorkalkverfahren verzichten müssen, da die allein in Betracht kommende ursprüngliche Konzentration von 150 mg Chlorkalk pro Liter bei einer Einwirkungsdauer von 30 Minuten sich nicht als zuverlässig erwiesen hat. Für solche Fälle aber, bei welchen die jeweiligen Verhältnisse eine längere Sterilisationszeit (2—3 Stunden) ermöglichen, wird dieses Verfahren noch immer gute Dienste zu leisten im stande sein, wie es sich ja auch bei der ersten gröfseren Verwendung anläfslich der Typhusepidemie in Pola in den Jahren 1895 und 1896 als ein wertvoller Behelf zur Sterilisation in grofsem Mafsstabe erwiesen hat. Damals wurde das in grofsen Bottichen präparierte Wasser der Bevölkerung verabreicht und trotzdem das Verfahren zu dieser Zeit noch mancherlei Übelstände zeigte, hat es sich doch, insbesondere was seine quantitative Leistungsfähigkeit anbelangt, Anspruch auf praktische Verwertbarkeit verschafft.

Schliefslich sei noch hervorgehoben, dafs ein derartig strenger Mafsstab wie in diesem Falle an das Chlor- und Bromverfahren, bisher nur ausnahmsweise an ein Desinfektionsmittel bei dessen Prüfung auf praktische Verwendbarkeit angelegt wurde. Wir glauben nicht fehlzugehen, wenn wir die Ansicht aussprechen, dafs bei dieser strengen Beurteilung die meisten der uns geläufigen Zahlen in der Konzentration von Antisepticis ganz bedeutende Modifikationen erfahren müfsten, und es soll Gegenstand von weiteren Untersuchungen bilden, einige der gebräuchlichen Desinfektionsmittel von diesem Gesichtspunkte aus auf die Zuverlässigkeit ihrer Wirkung zu prüfen.

Über den Einflufs des Lichtes auf organische Substanzen mit besonderer Berücksichtigung der Selbstreinigung der Flüsse.

Von

Dr. **R. Rapp**, München.

Die Tatsache, dafs eine Selbstreinigung der Flüsse vor sich geht, darf als feststehend erachtet werden. Wie aber der Vorgang sich vollzieht, ist eine schwierige und zum Teil immer noch offene Frage. Als Faktoren der Selbstreinigung werden genannt:

Das Licht, die Bewegung, Zutritt von Sauerstoff, Tätigkeit lebender Zellen, Länge des Flufslaufes, Sedimentierung, Verdünnung.

Fassen wir diese Faktoren alle zusammen, so sind es teils chemische, teils biologische, teils mechanische Vorgänge, die hierbei in Betracht kommen.

Auf Anregung meines damaligen, leider nun verstorbenen Chefs, Herrn Professor Dr. H. Buchner, München, und mit gütiger Unterstützung der Kgl. Akademie der Wissenschaften habe ich in den Jahren 1896—98 die Frage der Selbstreinigung der Flufsläufe von neuem in Angriff genommen. Zuerst bestand nur die Absicht, den chemischen Teil zu behandeln; später aber erwies es sich als notwendig, auch biologische Fragen in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

Zunächst will ich über den chemischen Teil meiner Untersuchungen Bericht erstatten:

Im Jahre 1896 hat Duclaux eine Arbeit veröffentlicht (Annales de l'institut Pasteur, Bd. 10, S. 129), welche den Einflufs von Sonnenlicht auf Oxalsäurelösung unter den verschiedensten Bedingungen behandelt. Ich habe diese Versuche teilweise einer Nachprüfung unterzogen und konnte die Richtigkeit derselben vollkommen bestätigen. Duclaux berücksichtigt bei seinen Untersuchungen die Konzentration der Oxalsäurelösung, die Dicke der Flüssigkeitsschichten, dann das Alter der Lösung, ferner die Expositionszeit und endlich die Örtlichkeit. Aufser einigen Versuchen mit $^{1}/_{10}$ N-Weinsäurelösung und alkalischer Glukoselösung waren seine meisten Versuche mit Oxalsäurelösung im Verhältnis von 3 : 1000 angestellt. Die Form der Gefäfse war verschieden, bald konisch, bald flach, bald zylindrisch. Die Lösungen wurden meist frisch bereitet, aber auch ältere Lösungen und schon einmal belichtete Lösungen fanden Verwendung. Die Exposition dauerte verschieden lang und ergab je nach dem Witterungscharakter ganz verschiedene Resultate. Ebenso war der Unterschied ein grofser, je nachdem die Versuche in der Ebene oder auf höher gelegenen Orten angestellt wurden.

Meine, dasselbe Thema behandelnden Versuche erstreckten sich auf folgende Punkte:

Vor allem verwendete ich, wie Duclaux, zu diesen Lichtversuchen verschieden geformte Gefäfse. Um den Einflufs von Luft bei diesem Vorgange kennen zu lernen, wurde durch die Oxalsäurelösung Luft, Sauerstoff und Wasserstoff hindurchgeleitet. Wie tief die chemischen Strahlen in gröfseren Wasserschichten wirken, sollte in weiteren Versuchen ermittelt werden; ebenso sollte festgestellt werden, welchen Einflufs eine veränderte Reaktion und Salzzusätze hervorzurufen vermögen. Ferner wurde beobachtet, ob durch verschiedene gefärbte Papierunterlagen die Absorption der Lichtstrahlen eine gesteigerte wird. Schliefslich sollten diese Studien auf einem höher gelegenen Orte weiter verfolgt werden.

Die Abnahme der Oxalsäure resp. die Oxydation derselben zu Kohlensäure wurde ermittelt, entweder einfach durch Titration mittels Kalk- oder Barytwasser mit Methylorange als Indikator oder, wenn dies nicht zulässig war, mittels Titration mit Per-

manganat in saurer Lösung. Verwendet wurde die Oxalsäure als ca. $^1/_{20}$ Normallösung. Die Abnahme der Oxalsäure resp. der Grad der Oxydation ist in den Tabellen immer in Prozenten zu dem ursprünglichen Gehalte ausgedrückt.

Tabelle I.

Lichtversuche in München.

Ausgeführt mit $^1/_{20}$ N·$C_2H_2O_4$ ccm	Ausgeführt in	Expositionsdauer in Stunden	Witterungscharakter	Abnahme in Prozenten	Abnahme in Prozenten bei Zusatz von 10% NaCl
20	Erlenmeyer-Kölbchen	7	sehr schön	10,4—11,11	
20	flachen Erlenmeyer-Kölbchen	7	»	12,6	
20	Bechergläsern	7	»	14,5—16,4	
20	Petrischalen	7	»	20,6—21,0	
20	Erlenmeyer-Kölbchen	5	»	20,0—22,6	
10	»	17	1. Tag bewölkt	52,8—53,8	
20	»	17	2. Tag sehr schön	37,2—40,0	
20	»	6	sehr schön	19,5	
20	»	10	»	30,7	
20	»	15	»	44,9	
10	»	5	»	9,0	
60	weiten Reagensröhren	7	schön	5,1	
40	»	7	»	6,3	
20	»	7	»	14,0	
20	Erlenmeyer-Kölbchen	8	»	5,0	19,0
20	»	8	sehr schön	12,0	27,0
20	»	8	schön	8,0	15,0
20	»	8	»	10,0	18,0
20	»	16	»	19,0	42,0
20	»	8	»	10,0	21,0

Wie oben erwähnt, wurden zu diesen Lichtversuchen zuerst verschieden geformte Gefäſse in den Bereich der Untersuchung hereingezogen und zwar Erlenmeyerkölbchen, Bechergläser, ganz flache Petrischalen, weite Reagierzylinder. Das Ergebnis dieser Untersuchung war je nach Zeitdauer und Lichtintensität 10 bis 53% Abnahme (Tabelle I). Während in breiten Gefäſsen die

Oxydation am stärksten (21—53 %) war, betrug dieselbe in hohen, zylindrischen Gefäſsen bedeutend weniger (5—14 %). Dieses Resultat dürfte sich ungezwungen dadurch erklären, daſs je nach der Form der Gefäſse die Lichtstrahlen einen ganz verschiedenen Flüssigkeitskegel passieren müssen. In flachen Gefäſsen ist auſserdem die Möglichkeit der Sauerstoffaufnahme eine viel günstigere als in zylindrischen.

Tabelle II.

Lichtversuche, gleichzeitig mit Luft-, Wasserstoff- und Sauerstoffdurchleitung.

Ausgeführt mit $^1/_{20}$ N-$C_2H_2O_4$ ccm	Ausgeführt in	Expositionsdauer in Stunden	Witterungscharakter	Abnahme in Prozenten	Bemerkungen
		A. Mit Luftdurchleitung.			
20	Erlenmeyer-Kölbchen	6	sehr schön	14,7	
20	»	10	»	18,2	
20	»	15	»	23,6	
10	»	5	»	10,9	
10	»	5	»	11,4	
		B. Mit Wasserstoffdurchleitung.			
20	Erlenmeyer-Kölbchen	26	1. Tag schön, 2. Tag wolkig 3. Tag sehr schön	0	Kontrolle = 63,9 % Abnahme
		C. Mit Sauerstoffdurchleitung.			
20	Erlenmeyer-Kölbchen	7	sehr schön	30—33	Kontrolle = 43,8 % Abnahme

Da, nach dem chemischen Vorgange zu schlieſsen, dem Luftsauerstoffe eine Bedeutung bei diesem Vorgange höchst wahrscheinlich zuerkannt werden muſste, so war es notwendig, diesen Einfluſs genau zu erforschen. Es wurde deshalb durch Erlenmeyerkölbchen, die mit $^1/_{20}$ N-Oxalsäurelösung gefüllt und mit geeigneten Verschlüssen versehen waren, während der Belichtung Luft durchgeleitet. Die Oxydation betrug hierbei 11—23 %. Durch

ebensolche Erlenmeyerkölbchen wurde gereinigtes Wasserstoffgas geleitet. Während die Abnahme bei Wasserstoffdurchleitung fast 0 betrug, wurde als Abnahme der zur Kontrolle aufgestellten offenen Kölbchen innerhalb der gleichen, 26 Stunden dauernden Belichtung 63,9% gefunden (Tabelle II).

Schon früher (1892) wurden von H. Buchner Versuche über die Tiefenwirkung von Lichtstrahlen unternommen (Archiv für Hygiene, Bd. 17). Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dafs mit Keimen besäte Platten, sog. Lichtplatten, in den Starnberger See versenkt wurden und bei verschiedenen Abständen von $^1/_2$, 1 und 2 m der Einflufs des Lichtes auf die Bakterien ermittelt wurde. In ähnlicher Weise wurde hier mit Oxalsäurelösung verfahren. An einer, mit hierzu geeigneten Ansätzen versehenen Stange wurden in bestimmten Abständen Petrischalen horizontal befestigt. In jeder Petrischale befanden sich 10 ccm $^1/_{20}$ N-Oxalsäurelösung; die Schalen wurden durch Gummiringe dicht verschlossen. Die Stange mit den Schalen wurde in einem genügend grofsen Wasserbehälter versenkt, in welchem ungehindert Licht herzutreten konnte. Die Oxydation nach 2 Tage währender Belichtung bei schönem Wetter betrug:

bei 10 cm Tiefe = 21,4%,
» 30 cm » = 19,5%,
» 50 cm » = 3,8%;

die Kontrolle aufserhalb des Wassers hatte um 27,6% abgenommen.

Ferner betrug die Oxydation in einem zweiten Versuche nach 2 Tage dauernder Belichtung bei sehr schönem Wetter:

bei 10 cm Tiefe = 73,6%,
» 30 cm » = 69,7%,
» 50 cm » = 37,0%;

die Kontrolle hatte in diesem Falle um 100% abgenommen. Demnach wird bei 50 cm tiefer Versenkung die Oxydation der Oxalsäure merklich abgeschwächt.

Um weitere Anhaltspunkte zu bekommen, wie tief die chemischen Strahlen einzudringen vermögen, resp. in welcher Tiefe die Oxydation bei Oxalsäurelösung noch stattfindet, wurden

folgende Versuche angestellt. Drei Petrischalen mit je 10 ccm $^1/_{10}$ N-Oxalsäurelösung und 5% Kochsalzzusatz wurden übereinander gestellt und seitlich mit schwarzem Papier umgeben. Die Belichtung erfolgte infolgedessen nur von oben her. Um den hemmenden Einflufs des Glases bei dieser Versuchsanordnung festzustellen, wurden zur Kontrolle weitere drei Petrischalen übereinander geschichtet; hierbei kamen aber nur in die unterste 10 ccm Oxalsäurelösung und 5% Kochsalz. Die Abnahme durch Oxydation (Tabelle III) war bei der obersten Schale 27,2 und 14.2%, bei der zweiten 15,9 und 10,0%, bei der dritten 10,0 und 8,5%; in der Kontrolle und zwar in der untersten Schale (oberste und zweite Schale waren leer) betrug die Oxydation 11,8 und 11,2%. Bei einem weiteren Versuche wurden in derselben Weise drei Kuvetten (je 1 l Oxalsäurelösung mit 5% Kochsalzzusatz enthaltend) neben- und übereinander geschichtet, und, um das Licht nur von oben einwirken zu lassen, in eine Kiste geeignet eingestellt. Nach 3 Tagen Exposition war die Abnahme der Lösung 2,1% in der ersten, 1,6% in der zweiten und 1,0% in der dritten Kuvette; gegenüber einer Abnahme von 2,1% in der Kontrolle. Bei dieser Kontrolle wurde in die oberste und zweite Kuvette keine Lösung und erst in die dritte wieder Oxalsäurelösung gegeben. Der Einflufs des Glases war hier also gleich Null.

Tabelle III.

Lichtversuche mit je 10 ccm $^1/_{20}$ N · $C_2H_2O_4$ und Zusatz von 5% NaCl in Petrischalen übereinander geschichtet.

Expositionsdauer: 15 Std.; Witterungscharakter: meist schön.

Nr.		Abnahme in Proz.		Abnahme in Proz.
I.	oberste Schale	14,2	obere Kontrolle-Schale ohne Lösung	
II.	mittlere »	10,0	mittlere » » »	
III.	untere »	8,5	untere »	11,2
	Expositionsdauer 45 Std.		Witterungscharakter: trübe und schön	
I.	obere Schale	27,2	obere Kontrolle-Schale ohne Lösung	
II.	mittlere »	15,9	mittlere » » »	
III.	untere »	10,0	untere »	11,8

Von Bedeutung war es auch, die Einwirkung von Sonnenlicht auf Oxalsäure bei veränderter Reaktion kennen zu lernen. Zur Abstufung der Reaktion wurden die Natriumsalze der Phosphorsäure gewählt. Ferner wurden Zusätze von $^1/_{10}$ HCl-, H_2SO_4- und H_3PO_4-Normallösungen gemacht (Tabelle IV). Grofse Unterschiede haben sich hierbei nicht ergeben, während bei Zusatz von Neutralsalzen, wie wir später sehen werden, der Grad der Oxydation viel gröfser war, ja sogar bis zum Drei- und Vierfachen vom Normalen anstieg.

Tabelle IV.
Lichtversuche mit gleichzeitigem Zusatze von den Natriumsalzen der Phosphorsäure und von Säuren.

Ausgeführt			Expositionsdauer in Stunden	Witterungscharakter	Abnahme in Prozenten
mit $^1/_{20}$ N-$C_2H_2O_4$ ccm	und Zusatz	in			
20	ohne Zusatz, als Kontrolle	Erlenmeyer-Kölbchen	8	sehr schön	20,7
20	10 Proz. v. NaH_2PO_4-Lösung (1,38 : 100)		8	»	30,0
20	10 Proz. v. Na_2HPO_4-Lösung (3,58 : 100)		8	»	22,7
20	10 Proz. v. Na_3PO_4-Lösung (3,8 : 100)		8	»	26,5
10	+ 10 ccm 2 proz. NaH_2PO_4-Lösung		$10^1/_2$	schön	97,4
10	+ 5 ccm 2 proz. NaH_2PO_4-Lösung		$10^1/_2$	»	53,8
10	+ 10 ccm 2 proz. Na_2HPO_4-Lösung		$10^1/_2$	»	1,0
10	+ 5 ccm 2 proz. Na_2HPO_4-Lösung		$10^1/_2$	»	10,6
10	+ 10 ccm 2 proz. Na_3PO_4-Lösung		$10^1/_2$	»	2,5
10	+ 5 ccm 2 proz. Na_3PO_4-Lösung		$10^1/_2$	»	5,5
20	10 Proz. v. $^1/_{10}$ N-HCl		8	sehr schön	16,0
20	10 Proz. v. $^1/_{10}$ N-H_2PO_4		8	»	19,8
20	10 Proz. v. $^1/_{10}$ N-H_3PO_4		8	»	18,0
20	ohne Zusatz, als Kontrolle		8	»	20,7

Schon Duclaux hatte Versuche auf höher gelegenen Punkten von 650 und 1050 m angestellt und hier die Oxydation als stärker befunden. Während der Wintermonate 1896/97 gab sich mir Gelegenheit, die Studien in dieser Richtung weiter zu verfolgen. Der Ort war Arosa in der Schweiz, Kanton Graubünden, 1860 m über dem Meeresspiegel. Die Versuche wurden in den Monaten Januar, Februar und März ausgeführt.

Tabelle V.

Lichtversuche in Arosa, 1860 m über dem Meere.

Ausgeführt mit 20 ccm $^1/_{20}$ N $C_2H_2O_4$ in Erlenmeyerkölbchen.

Expositionsdauer in Stunden	Witterungscharakter	Abnahme in Prozenten	Abnahme in Prozenten bei Zusatz von 10% NaCl	Bemerkungen
	Im Monate Januar 1897.			
6	sehr schön	22,0 21,0 24,0		
7	trübe, 1 Std. Sonne	14,0 13,0 11,0		
6½	sehr schön	11,0 16,0 18,0		
7	9—12 Uhr sehr schön, dann trüb	9,0 5,2		z. T. gefroren
7	trüb, Sonne, trüb	7,1 8,6		
7	Schnee	1,0		
8	Sonne, düster, Sonne	7,0		
	Im Monate Februar 1897.			
7	Schnee	1,7		
7	Schnee	3,7—5,6		
7	Sonne	7,2—9,0		
7	Schnee, trüb	1,8		
7½	trüb	8,9	10,7	
8	Schnee, trüb	7,2	17,0	
9	Schnee, Nebel	3,5	12,2	
7	schön	9,0	44,0	
8	Schnee	3,6		
7	sehr schön	8,0		
7½	schön	6,7	43,7	
7½	5 Std. lang schön, dann trüb	5,4	30,4	
7½	trüb	1,1	17,7	
	Im Monate März 1897.			
7½	Schnee	2,0	16,0	
7½	Schnee	0,6	9,8	
7½	trüb	0,87	18,8	
7½	2 Std. lang schön, dann trüb	1,7	14,3	
7½	6 Std. lang wechselnde Witterung	3,2	31,7	
8	abwechselnd trüb und schön	2,3	23,6	
9	4 Std. lang schön, dann trüb	7,9	29,1	
10½	schön	4,3	29,2	
10½	trüb und schön	1,4	27,3	
10½	Regen, Schnee, Nebel	1,1	11,7	
10½	schön	8,7	30,9	

Die Expositionszeit dauerte hierbei 6—10 Stunden; der Witterungscharakter war in dieser Jahreszeit bald schön, bald trüb, dann folgte wieder Schnee und Nebel.

Die Abnahme durch Oxydation im Monate Januar betrug 1,0—24,0%, im Monate Februar 1,7—9,0% resp. bei weiterem Zusatze von 10% Kochsalz 10,7—44,0%, im Monate März 0,6 bis 8,7% resp. bei Zusatz von 10% Kochsalz 9,8—31,7%.

Die Stärke der Oxydation in diesen drei Monaten war ganz abhängig in erster Linie vom Witterungscharakter und dann von der Expositionsdauer (Tabelle V). Infolge der kalten Jahreszeit kam der Fall vor, dafs die Erlenmeyerkölbchen auf ein Blech gestellt werden mufsten, das durch eine Petroleumlampe erwärmt war, um hierdurch das Einfrieren der Oxalsäurelösung zu verhindern.

Tabelle VI.

Lichtversuche mit Oxalsäurelösung und gleichzeitigem Zusatze von Neutralsalzen.

Ausgeführt mit 20 ccm $^{1}/_{10}$ N · $C_2H_2O_4$ und Zusatz von		Ausgeführt in	Expositionsdauer in Stunden	Witterungscharakter	Abnahme in Prozenten
NaCl	0,2 %	Erlenmeyer-Kölbchen	7	sehr schön	11,7
	0,4 »		7	»	17,2
	0,6 »		7	»	19,7
	0,8 »		7	»	17,2
	2,0 »		7½	zuerst trüb, dann schön	17,7
	4,0 »		7½		27,0
	6,0 »		7½		28,8
	8,0 »		7½		34,9
	10,0 »		7½		34,9
	5,0 »		7	schön	44,0
	10,0 »		7	»	72,0
Na_2SO_4 sicc.	2,0 »		7½	sehr schön	40,5
	4,0 »		7½	»	53,0
	6,0 »		7½	»	56,4
	8,0 »		7½	»	56,4
	10,0 »		7½	»	62,3
$NaNO_3$	2,0 »		7½	»	12,3
	4,0 »		7½	»	11,8
	6,0 »		7½	»	14,1

Fortsetzung zu Tabelle VI.

Ausgeführt mit 20 ccm $^{1}/_{20}$ N · $C_2H_2O_4$ und Zusatz von		Ausgeführt in	Expositions-dauer in Stunden	Witterungscharakter	Abnahme in Prozenten
	8,0 %	Erlenmeyer-Kölbchen	$7^1/_2$	sehr schön	18,8
	10,0 »		$7^1/_2$	»	18,8
$NaCl$	2,0 »		8	»	16,9
Na_2SO_4 sicc.	1,0 »		8	»	16,1
$NaNO_3$	2,0 »		8	»	5,3
$NaCl$	5,85 »		15	1. Tag Schnee, 2. Tag 4 Std. schön	28,5
Na_2SO_4 sicc.	7,1 »		15	»	42,9
$NaNO_3$	8,5 »		15	»	20,1
KCl	5,0 »		7	schön	12,3
K_2SO_4	5,0 »		7	»	6,3
KNO_3	5,0 »		7	»	36,4
KCl	5,0 »		8	1 Std. schön, dann trüb	11,4
K_2SO_4	5,0 »		8	»	12,6
KNO_3	5,0 »		8	»	20,2
KCl	7,45 »		19	1. Tag 5 Std. lang schön, 2. Tag schön	17,1
K_2SO_4	8,7 »		19		24,5
KNO_3	10,1 »		19		61,7
$(NH_4)Cl$	5,0 »		7	anfangs wechselnd, dann schön	23,5
$(NH_4)_2SO_4$	5,0 »		7	»	21,7
$(NH_4)NO_3$	5,0 »		7	»	13,2
$(NH_4)Cl$	5,0 »		8	1 Std. lang schön, dann trüb	21,7
$(NH_4)_2SO_4$	5,0 »		8	»	19,2
$(NH_4)NO_3$	5,0 »		8	»	15,0
$(NH_4)Cl$	5,3 »		19	1. Tag 5 Std. schön, 2. Tag stets schön	53,7
$(NH_4)_2SO_4$	6,6 »		19	»	65,7
$(NH_4)NO_3$	8,0 »		19	»	31,4
$LiCl$	5,0 »		18	1. Tag paar Std. schön, 2. Tag trüb	7,9
Li_2SO_4	5,0 »		18	»	28,5
$LiNO_3$	5,0 »		18	»	14,8
$LiCl$	4,25 »		$10^1/_2$	schön	11,7
Li_2SO_4	6,4 »		$10^1/_2$	»	49,2
$LiNO_3$	6,9 »		$10^1/_2$	»	36,5
$MgCl_2$	5,0 »		18	1. Tag paar Std. schön, 2. Tag trüb	2,3
$MgSO_4$	5,0 »		18	»	2,6
$Mg(NO_3)_2$	5,0 »		18	»	8,7
$MgCl_2$	4,77 »		$10^1/_2$	schön	24,8
$MgSO_4$	15,0 »		$10^1/_2$	»	33,1
$Mg(NO_3)_2$	7,42 »		$10^1/_2$	»	50,2

Interessanter gestalteten sich die Versuche, die mit Neutralsalzen angestellt worden sind (Tabelle VI). Verwendet wurden die Chloride, Sulfate, Nitrate von Natrium, Kalium, Ammonium, Lithium, Magnesium. Mit der Stärke der Salzkonzentration nahm auch die Oxydation zu. Vergleicht man die Chloride, Sulfate, Nitrate der einzelnen Metalle unter sich, so ergibt sich bei gleicher Konzentration oder bei äquivalenten Lösungen folgende Reihenfolge, wenn jedesmal mit dem am stärksten wirkenden Salze begonnen wird:

für die Natriumsalze . . Sulfat, Chlorid, Nitrat,
für die Kaliumsalze . . . Nitrat, Chlorid, Sulfat,
für die Ammoniumsalze . . Sulfat, Chlorid, Nitrat,
für die Lithiumsalze . . . Sulfat, Nitrat, Chlorid,
für die Magnesiumsalze . . Nitrat, Sulfat, Chlorid.

Von den untersuchten Salzen scheinen wieder am meisten die Natriumsalze die Oxydation zu begünstigen.

Tabelle VII.

Lichtversuche mit je 10 ccm $^1/_{20}$ N Oxalsäurelösung und künstlich erzeugten Trübungen.

A) Trübung, erzeugt mit Milch.

Expositionsdauer 3 Tage: Witterung 2 Tage schön, 3. Tag Schnee; ausgeführt in Petrischalen.

	Abnahme in Proz.		Abnahme in Proz.
Obere Schale stark verdünnte Milch Untere Schale Oxalsäurelösung	19,0	Obere Kontroll-Schale leer Untere Kontroll-Schale $C_2H_2O_4$-Lösung	20,4

B) Trübung, erzeugt mit Lehm-Aufschwemmung.

Expositionsdauer und Witterungscharakter wie oben.

Obere Schale Lehm-Aufschwemmung Untere Schale Oxalsäurelösung	20,4	Obere Kontroll-Schale leer Untere Kontroll-Schale $C_2H_2O_4$-Lösung	23,0

Um auch den hemmenden Einflufs von Trübungen bei diesen Oxydationsvorgängen zu erfahren, wurden künstlich Trübungen mit Lehmsuspensionen und mit stark verdünnter Milch erzeugt. Diese Suspension wurde in Petrischalen gegeben und einer zweiten Petrischale mit 10 ccm $^1/_{20}$ N-Oxalsäurelösung vorgeschaltet. Um den Einflufs des Glases allein kennen zu lernen, wurde oberhalb der Kontrollschale wieder eine leere Schale gestellt. Die Oxydation war bei dieser Art der Versuchsanordnung durch die Trübung vermindert, z. B. 19 gegen 20,4 % (Tabelle VII).

Ferner wurde beobachtet, ob nicht durch Unterlagen von verschiedenfarbigem Papier unter die Oxalsäure-Versuchskölbchen mehr Licht absorbiert und infolgedessen die Oxydation eine stärkere wird. Zu diesem Zwecke wurden flache, mit Oxalsäure beschickte Erlenmeyer-Kölbchen auf blaues, grünes, gelbes Glanzpapier gestellt und dem Sonnenlichte ausgesetzt. In den einzelnen Versuchen ergab sich eine verschiedene Abnahme und zwar bei einer Unterlage

von blauem Glanzpapier eine solche von 68,7 %,
» grünem » » » » 61,1 %,
» gelbem » » » » 83,8 %,
ohne Unterlage » » » 55,8 %

nach 5 Tage dauernder Belichtung.

Tabelle VIII.

Lichtversuche mit Sammellinsen.

Ausgeführt mit 20 ccm $^1/_{20}$ N · $C_2H_2O_4$ in Petrischalen	Expositionsdauer in Stunden	Witterung	Abnahme in Prozenten	
			mit Linse	ohne Linse
	4	sehr schön	13,7 [1])	6,4
	7	schön	40,3	6,7

Versuch mit Röntgen-Licht.

Ausgeführt mit 10 ccm $^1/_{20}$ N · Oxalsäure, in Petrischalen 4 Stunden lang exponiert = Abnahme 6 %.

1) Temperatur der Lösung während der Belichtung 20—30° C.

Um mehr Sonnenlicht zu sammeln, wurden auch gröſsere Sammellinsen, wie solche zum Zeiſsschen mikrophotographischen Apparate Verwendung finden, auf Petrischalen gelegt und dem Sonnenlichte exponiert. Der Erfolg war ein stärkerer als ohne Linse und betrug zwei- bis sechsmal mehr. (Tabelle VIII.)

Auch die Wirkung von Röntgenstrahlen auf leicht oxydierbare Körper, wie Oxalsäure, wurde bei dieser Gelegenheit versucht. Die Oxydation nach vierstündiger Bestrahlung mit Röntgen-Licht betrug 6%. (Tabelle VIII.)

Richardson hatte früher (Journal chem. Soc. 1893) behauptet, daſs im Harne sich bei Belichtung Wasserstoffsuperoxyd bildet. Derselbe Vorgang sollte sich nach Dieudonné (Arbeiten d. k. Ges.-Amtes Bd. 9, 537) auch bei der Selbstreinigung der Fluſsläufe abspielen. Ich konnte bei meinen Versuchen nicht die geringste Spur einer Wasserstoffsuperoxydbildung konstatieren, trotzdem mit der gröſsten Sorgfalt geprüft und die empfindlichsten Reagentien zur Verwendung gelangten. Bei einem der zahlreichen Versuche wurde die Platte während der Dauer der Belichtung mit kaltem Wasser berieselt und trotzdem konnte nach 7 Stunden kein Wasserstoffsuperoxyd nachgewiesen werden. Künstlich zugesetztes Wasserstoffsuperoxyd zu Wasser (3 Tropfen einer käuflichen H_2O_2-Lösung zu 500 ccm Wasser) verschwindet bei Belichtung nicht so rasch und läſst sich noch nach 5 Stunden Belichtung nachweisen.

Tabelle IX.

Versuch mit Wasserstoffsuperoxyd haltigem Wasser.

Lösung 0,0002% H_2O_2 enthaltend, mit Bact. Coli infiziert.

A) Belichtet 6 Stunden lang.

I.	Probe mit H_2O_2-Zusatz	0 Keime pro 1 ccm
II.	Probe ohne H_2O_2-Zusatz	468 Keime pro 1 ccm

B) Dunkel gehalten nach 6 Stunden.

I.	Probe mit H_2O_2-Zusatz	477 600 Keime pro 1 ccm
II.	Probe ohne H_2O_2-Zusatz	566 400 Keime pro 1 ccm

Ein allzu schnelles Verschwinden des gebildeten Wasserstoffsuperoxyds kann also nicht leicht an dem Nichteintreten der Reaktion schuld haben; es könnte nur der Fall sein, dafs Wasserstoffsuperoxyd in statu nascendi sofort wieder zerlegt wird. Dafs ein Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd zu bakterienhaltigem Wasser und gleichzeitiger Belichtung die Keime schneller abtötet als ohne Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd war von vornherein zu erwarten. In einem Versuche erfolgte ein solcher von 0,0002 %. Als Aussaat wurde Bacterium Coli gewählt (Tab. IX).

Zum Studium der Flufsreinigung im kleinen wurden einige Versuche ausgeführt, wenn dieselben auch nur unvollkommen sein konnten. Um die wichtigsten Faktoren der Selbstreinigung der Flüsse, nämlich Bewegung, Luftsättigung und Belichtung, in der Versuchsanordnung zu vereinigen, wurde in folgender Weise verfahren: ca. 5 l fassende, farblose Glasflaschen wurden mit doppelt durchbohrten Korken versehen. In die Bohrungen gelangten zwei Glasröhren, von welchen die eine fast bis auf den Boden der Flasche reichte, die andere unterhalb des Korkes mündete. Die Glasflaschen wurden auf einem gröfseren freien Platze, wohin den ganzen Tag Sonnenlicht hinzutreten konnte, aufgestellt. Aus einem sehr grofsen, ca. 5 hl fassenden Gasometer wurde Luft durchgeleitet und in einzelnen Versuchen durch Wattefilter filtriert. In die Flaschen kam je 1 l eines Auszuges von Fleisch, Kartoffeln, Fäulnisgemisch, Pferdekot, Kohlblätter oder Verdünnungen von Kanalwasser, Blut, Abortjauche. Der Grad der Reinigung sollte anfangs durch die Verminderung der Oxydationsfähigkeit gegen Permanganat erkannt werden; jedoch mufste von dieser Methode bald Abstand genommen werden, weil die erhaltenen Zahlen kein klares Bild ergaben. Einen besseren Ersatz für die Permanganatmethode erkannte ich in der Bestimmung des Glühverlustes und erzielte bei genau gleichem Arbeiten gute Resultate. Der Glühverlust in den verschiedenen Proben war ziemlich grofs. Gewöhnlich war ein solches Resultat schon durch Augenscheinnahme zu erkennen, da infolge Luftdurchleitung nach einiger Zeit Ausscheidungen erfolgen, die schliefslich fest als

Tabelle X.

Belichtung von künstlich erhaltenen Kanalwässern etc. mit gleichzeitiger Belichtung.

A) Mit nicht sterilisierten Lösungen ausgeführt.

Bezeichnung der Versuchsflüssigkeit	Dauer der Belichtung und Luftdurchleitung	Verbrauch an Permanganat nach d. Versuche gegenüber demselben vor dem Versuche	Trockenrückstand vor dem Versuche	Trockenrückstand nach dem Versuche	Glühverlust vor dem Versuche	Glühverlust nach dem Versuche	Bemerkungen
			mg im Liter	mg im Liter	mg im Liter	mg im Liter	
Wasser aus einem Pumpbrunnen in der Heustrafse	5 Tage	24,1 % mehr					
Kanalwasser, in der Findlingstrafse entnommen	4 »	34,0 » weniger					
Kanalwasser, aus der Fabrik von Metzeler & Cie.	4 »	9,9 » »					
Auszug von Kohlblätter	3 »	26,1 » »					Grüne Farbe verschwunden, trüb
Auszug von rohem Fleisch, kalt bereitet	3 »						Abscheidung von Gerinnsel, später Fäulnis
Blut, verdünnt	3 »	91,4 » »					Abscheidung von schwarzem Gerinnsel
Auszug von Kartoffeln	5 »	50,0 » mehr	518	420	255	132	
Fäulnismischung (von Fleisch)	7 »	40,5 » »	370	355	165	135	
Wäscheabwasser	7 »	51,8 » weniger	1110	785	505	250	
Auszug von Pferdekot	9 »	19,7 » »	537	490	222	160	
B) Mit sterilisierten und steril gebliebenen Lösungen.							
Abortjauche, verdünnt	7 Tage	33,3 % weniger	304	272	132	132	
Kanalwasser, in der Findlingstrafse entnommen	4 »	8,0 » mehr	740	738	282	300	

Niederschlag am Boden haften blieben. Wichtig hierbei ist, dafs diese Ausscheidungen und infolgedessen eine Abnahme des Glühverlustes nicht erfolgte, wenn mit vorher sterilisierten Abfallwässern operiert und die Luft steril durchgeleitet wurde. Auf Grund dieses Ergebnisses kann nur geschlossen werden, dafs zu solchen Abscheidungen und Sedimentierungen Lebewesen unbedingt nötig sind. Dies veranlafste mich später nach solchen Luftdurchleitungen, die noch vorhandenen licht- und sauerstoffunempfindlichen Bakterien aus dem Wasser herauszuzüchten. Leider konnte ich die Arbeit in dieser Richtung nicht mehr weiter verfolgen (Tabelle X).

Nachdem mit verschiedenen Gemengen von Abfallstoffen Versuche angestellt waren, sollten auch einzelne chemisch reine menschliche und tierische Verdauungsprodukte allein dem Einflusse des Lichtes ausgesetzt werden. Die Lösungen derselben wurden sterilisiert. Die eine Probe wurde in flache Erlenmeyerkolben gegeben und der Flaschenhals mit Watte verschlossen; über den Watteverschlufs wurde noch ein Becherglas gestülpt. Durch die zweite Probe, die sich gleichfalls in Erlenmeyerkolben befand, wurde nach dem Sterilisieren, um den Sauerstoff ganz auszuschalten, Wasserstoffgas durchgeleitet und sofort die Gaszu- und -Ableitungsröhren zugeschmolzen. Die dritte Probe wurde in Erlenmeyerkölbchen, mit Watte verschlossen, im Dunkeln aufbewahrt. Die Einwirkung von Licht resp. die Beobachtung dauerte 40 Monate lang. Die Tabelle XI zeigt das Ergebnis.

Verändert erschien bei Licht- und Luftzutritt: Asparaginsäure, Harnsäure, Hippursäure, Harnstoff, Pepton, Tyrosin, Leucin, Kresol und Phenol; unverändert: Milchsäure, Glykokoll und Kreatin. Ferner waren verändert bei Lichtzutritt, aber in Wasserstoffatmosphäre: Hippursäure, Pepton, Kresol, Phenol, Leucin.

Um auch den Einflufs von chlorophyllhaltigen Lebewesen, besonders von Algen, bei gleichzeitigem Lichteinflusse auf Bakterien kennen zu lernen, wurden Versuche, wie Tabelle XII zeigt, angestellt. Eine Coliaufschwemmung wurde mit der gleichen

Menge Algen — die Algen bestanden hauptsächlich aus Zygnema, Spyrogira etc. — unter verschiedenen Bedingungen zum Teil dem Lichte exponiert, zum Teil durch Bedecken mit einer Papierkappe als Kontrolle dunkel gehalten. Nach den angestellten Versuchen haben die Algen entschieden eine Bedeutung bei der Selbstreinigung, wenn auch in den Versuchen diese nicht so deutlich zutage tritt. Die Abtötung von Bacterium Coli ohne Algenzusatz war deshalb gröfser, weil die darin schwimmenden Algen die vollständige Belichtung der Bakterien resp. die Abtötung derselben durch Beschattung verhindern.

Tabelle XI.

Einflufs von Licht auf chemisch reine Verdauungsprodukte.

Exponiert 40 Monate lang.

Name	Gelöst in Wasser	Verändert		
		a) bei Licht und Luftzutritt	b) in H-Atmosphäre u. bei Lichtzutritt	c) im Dunkeln gehalten und bei Luftzutritt
Asparaginsäure	5,0 : 250,0	bräunlich	unverändert	unverändert
Harnsäure	2,5 : 250,0 Li_2CO_3-Lösg.	gelblich	schwach bräunlich	»
Hippursäure	10,0 : 250,0	bräunlich	bräunlich	»
Milchsäure	10,0 : 250,0	unverändert	unverändert	»
Glykokoll	5,0 : 250,0	»	»	»
Harnstoff	10,0 : 250,0	gelbbraun	»	»
Pepton	5,0 : 250,0	dunkelbraun Peptonreaktion vorhanden	dunkelbraun Peptonreaktion vorhanden	verschimmelt
Kresol	5,0 : 100,0	dunkelbraun	braun	bräunlich
Phenol	5,0 : 100,0	rotbraun	rötlich	rötlich
Tyrosin	0,5 : 100,0	bräunlich	unverändert	unverändert
Leucin	0,5 : 100,0	»	bräunlich	»
Kreatin	0,2 : 100,0	unverändert	unverändert	»

Die Versuche von Finsen über die Beeinflussung pathologischer Prozesse durch rotes Licht legten den Gedanken nahe, auch den Prozefs der Selbstreinigung des Wassers unter diesem Einflusse zu studieren. Zu diesem Zwecke wurden Blechrahmen benutzt in welche die farbigen (roten, grünen, blauen und farblosen) Gläser eingeschoben werden konnten. Die so erhaltenen,

Tabelle XII.

Lichtversuche mit Algenvegetationen und Zusatz von Bact. Coli-Emulsion.

		Versuch I			Versuch II			Versuch III			
Witterungscharakter		Sehr schön			Himmel bedeckt, zeitenweise Sonne hervortretend			Himmel bedeckt, regnerisch			
Zeit der Probeentnahme		10h 15	11h 45	4h 15	10h 00	12h 00	4h 00	10h 30	12h 00	4h 30	
Temperatur		15° C	29° C	32° C	18,5° C	27° C	29° C	15° C	18° C	20° C	
A) 1 l Wasser + Algen + Coli-Emulsion	Belichtet	30 840	6 120	600	210 760	24 000	0	278 400	164 160	32 160	Keime pro 1 ccm
B) 1 l Wasser + Algen + Coli-Emulsion u. Luftdurchleitung	Belichtet	27 960	1 980	14	199 440	30 240	0	213 120	161 280	45 120	»
C) 1 l Wasser + Algen bei 60° C abgetötet + Coli-Emulsion	Belichtet	24 880	14 640	12 600	237 200	225 600	2 040	191 040	161 280	53 760	»
D) 1 l Wasser + Coli-Emulsion ohne Algen	Belichtet	27 360	0	0	230 400	408	0	247 680	143 040	0	»
E) 1 l Wasser + Algen + Coli-Emulsion	Dunkel gehalten	30 400	15 120	52 080	244 160	378 240	414 720	179 520	178 560	224 640	»
F) 1 l Wasser + Coli-Emulsion ohne Algen	Dunkel gehalten							190 080	180 480	262 080	»

Fortsetzung zu Tabelle XII.

		Versuch IV		
Witterungscharakter		Schön		
Zeit der Probeentnahme		8h 45	10h 45	1h 45
Temperatur		16° C	26° C	27° C
A) 1 l Wasser + Algen + Coli-Emulsion	Belichtet	273 600	115 200	40 Keime pro 1 ccm
B) 1 l Wasser + Algen + 3% Rohrzucker + Coli-Emulsion	Belichtet	177 600	45 600	680 »
C) 1 l Wasser ohne Algen + Coli-Emulsion	Belichtet	235 200	72 000	0 »
D) 1 l Wasser ohne Algen + Coli-Emulsion + 3% Rohrzucker	Belichtet	280 800	139 200	0 »
E) 1 l Wasser + Algen + 3% Rohrzucker + Coli-Emulsion	Dunkel gehalten	256 800	225 600	297 600 »
F) 1 l Wasser ohne Algen + 3% Rohrzucker + Coli-Emulsion	Dunkel gehalten	189 600	223 200	225 600 »

verschiedenfarbigen Glasstürze kamen über grofse, 1 l Wasser enthaltende Bechergläser, in die Algen und zum Teil Fäulnisbakterien ausgesät waren (Tabelle XIII). Die Versuche wurden im Frühjahre angestellt, zu einer Zeit also, wann die Erwärmung des Wassers, in dem sich die Algen befanden, nicht so rasch erfolgen, und deshalb die Algen nicht so leicht absterben konnten. Günstig wirkte vom grünen, blauen, roten Glase nur das letztere und zwar bedeutend günstiger als farbloses Glas auf die Selbstreinigung.

Schliefslich ging ich unter mehr der Natur angepafsten Verhältnissen daran, an einem Bache selbst die Frage der Selbstreinigung zu studieren. Zu diesem Zwecke erschien ein Bach in der Gegend von Reichenhall, der sog. »Grabenbach« deshalb geeignet, weil derselbe sehr reines Wasser führt und unterirdisch, ohne verunreinigende Zuflüsse zu erhalten, durch die Stadt fliefst und erst ca. 1 km von dieser entfernt, zutage tritt. Eingeschwemmt wurden Coli-Kulturen.

Die Einschwemmung und die Wasserentnahme erfolgte an folgenden Stellen:

Name	Entfernung von der vorausgehenden Stelle
Schacht B	
Schacht A	14,5 Min. zum Begehen d. Strecke
Stelle, wo der Bach an die Oberfläche kommt	3,5 »
Waschbrett	2,5 »
Grabenbachbauer	3,5 »
Bahnwärterhaus I	2,5 »
Bahnwärterhaus II	13—14 »

Die ganze Strecke war also von Schacht B 40 Minuten, von Schacht A 26 Minuten lang.

Tabelle XIII.

Lichtversuche mit Algenvegetationen, bedeckt mit farbigen Glasschirmen.

Ausgeführt mit 1 l Wasser und gleichen Quantitäten Algen im März — April 1899.

Nr.	Zusatz von	Bedeckt mit Glasschirm	Exponiert	Aussehen der Algen
I.	5 g Rohrzucker	farblosem	8 Tage	gut
II.	»	rotem	»	sehr gut
III.	»	grünem	»	ungünstig
IV.	»	blauem	»	»
V.	»	farblosem	»	gut
VI.	»	hellrotem	»	viel günstiger als bei Nr. V
VII.	1 ccm faulige Flüssigkeit	farblosem	»	gut
VIII.	»	hellrotem	»	günstiger als bei VII; Wasser klarer als bei VII
IX.	»	farblosem	5 Tage	gut
X.	»	hellrotem	»	sehr günstig; Algenvegetation um das Doppelte vermehrt
XI	»	farblosem	»	Resultate wie bei Nr. IX und X
XII.	»	hellrotem	»	

Und zwar geschah die Einschwemmung der Colikulturen durch einen der beiden Schächte, die Wasserentnahme an einer der genannten Stellen. Die Einschwemmung wurde genau reguliert durch eine sog. Mariottesche Flasche. Die Entleerung dieser Flasche erfolgte in einer ganz bestimmten Zeit. Die Luft wurde in die Flaschen durch eine Röhre, die von oben bis fast zum Boden reichte, eingelassen. Die aufsteigenden Luftblasen bewirkten eine gleichmäfsige Mischung der Coli-Aufschwemmung.

Vor Beginn der Einschwemmung wurde ein Zeichen — Klatschrosenblätter — in den Schacht hineingeworfen. Sobald diese an der Entnahmestelle angelangt waren, wurde eine mit Steinen beschwerte Entnahmeflasche eingesenkt. Die Entnahmeflasche hatte folgende Einrichtung: Durch den Korkstopfen der Flasche waren zwei Glasröhren geführt, eine kleinere, engere, und eine weitere, längere. Durch die erstere konnte Wasser in einer ganz bestimmten Zeit bis zum Flaschenhalse einfliefsen; durch die letztere, weitere Röhre, die natürlich über den Spiegel des Wassers reichen mufste, konnte die Luft ausströmen. Es war durch diese Vorkehrungen erreicht, dafs, entsprechend der Einschwemmung, nicht blofs eine gleichmäfsige, sondern auch gleichdauernde Wasserentnahme ausgeführt werden konnte. Nach dem gründlichen Mischen der gefüllten Flaschen wurden in bekannter Weise Plattenkulturen angelegt. Eine Abnahme der Keime von 6—28% innerhalb der kurzen Strecke ist auch erfolgt. Bei eintretender Dunkelheit wurde ein Kontrollversuch in ähnlicher Weise ausgeführt und betrug die Zunahme der Keime 6—22%. Leider war die Strecke, die dem Lichte völlig ausgesetzt war (ohne dafs Bäume und Gesträuche Schatten spendeten) zu kurz, um gröfsere Unterschiede zu ergeben (Tabelle XIV).

Schon im Jahre 1892/93 wurden von H. Buchner und L. Neumeyer (Archiv für Hygiene, Bd. 17) an der Isar über den Lichteinflufs Untersuchungen angestellt. Ich nahm diese Versuche in der Isar zu einer hierfür sehr günstigen Zeit wieder auf. Drei Wochen vorher war kein Regen gefallen, also von aufsen, vom Festlande her, konnte keine Verunreinigung

Tabelle XIV.

Versuche am Grabenbach bei Reichenhall.

Versuche	I	II	III	IV	Entfernung der einzelnen Entnahmestellen voneinander z. Begehen d. Strecke
Zeit der Versuche	18. IX. 1898 1h 07 — 1h 38	18 IX. 1898 3h 04 — 3h 21	23. IX. 1898 11h 07 — 11h 18	28. IX. 1898 1h 18 — 1h 45	
Temperatur des Wassers .	9,8° C	9,8° C	9,7° C	9,8° C	
Witterungscharakter	sehr schön	sehr schön	schön	sehr schön	
Dauer der Einschwemmung	auf einmal	auf einmal	5 Min.	5 Min.	
Dauer der Entnahme	2 Min.	2 Min.	4 Min.	4 Min.	
Schacht B	Einschwemmung	Einschwemmung			
Schacht A			Einschwemmung	Einschwemmung	14,5 Min.
Bach an die Oberfläche tretend	18 360	8640			3,5 »
Waschbrett		7200	2010	20 280	2,5 »
Besitzung des Grabenbachbauer	13 200	6360			3,5 »
Bahnwärterhaus I		7200	1884	15 120	2,5 »
Bahnwärterhaus II					13 – 14,0 Min.
	Bei Belichtung				

Fortsetzung zu Tabelle XIV.

Versuche	V	VI	VII	VIII	Entfernung der einzelnen Entnahmestellen voneinander z. Begehen d. Strecke
Zeit der Versuche	29. IX. 1898 12h 34 — 12h 60	29. IX. 1898 2h 00 — 2h 10	22 IX. 1898 4h 56 — 5h 20	28 IX. 1898 5h 09 — 5h 34	
Temperatur des Wassers	9,8° C	9,8° C	9,6° C	9,8° C	
Witterungscharakter	sehr schön	sehr schön	trüb	sehr schön	
Dauer der Einschwemmung	6 Min.	6 Min.	4 Min.	5 Min.	
Dauer der Entnahme	4 Min.	4 Min.	4 Min.	4 Min.	
Schacht B					
Schacht A	Einschwemmung	Einschwemmung	Einschwemmung	Einschwemmung	14,5 Min.
Bach an die Oberfläche tretend					3,5 »
Waschbrett	15 660	13 680	10 200	9 480	2,5 »
Besitzung des Grabenbachbauer					3,5 »
Bahnwärterhaus I	11 640		10 626	10 080	2,5 »
Bahnwärterhaus II	13 260	12 000	13 080	9600 Keime pro 1 ccm	13—14,0 Min.
	Bei Belichtung		Nach Sonnenuntergang		

erfolgt sein. H. Buchner schreibt hierüber: Wenn ein wesentlicher Einflufs des Lichtes auf die Bakterienmenge besteht, so müfsten die Ergebnisse einen beträchtlichen Unterschied zwischen Tag- und Nachtperiode im Keimgehalt des Flufswassers erkennen lassen und zu Beginn der ersteren bei Sonnenaufgang das Maximum, bei Beginn der Nachtperiode aber, bei Sonnenuntergang, das Minimum des Keimgehaltes im Flufswasser zu erwarten sein. Die Schöpfung von Wasser erfolgte von mir beim Bade Pullach an der Überfahrt nach Grünwald und zwar von abends 6 Uhr an während der Nacht in Zwischenpausen bis morgens 8 Uhr. Innerhalb dieser Zeit mufste sich der Lichteinflufs geltend gemacht haben, vorausgesetzt, dafs die Verunreinigung der Isar während dieser Zeit eine gleichmäfsige ist, was ja bei den örtlichen Verhältnissen sicher anzunehmen war. Eine Zunahme um mehr als das Doppelte während der Nachtzeit ist auch erfolgt (Tabelle XV).

Tabelle XV.

Isaruntersuchungen bei Pullach.

A) Ausgeführt den 26. IX. 1898, nachdem vorher drei Wochen lang kein Regen gefallen.

Temperatur des Wassers	Temperatur der Luft	Zeit der Probeentnahmen	Keime pro 1 ccm
13,0 ° C	8,8 ° C	7h 30 abends	146
12,1 ° »	7,0 ° »	9h 30 »	270
10,5 ° »	6,2 ° »	5h 00 morgens	370
10,2 ° »	8,2 ° »	8h 00 »	320

B) Ausgeführt den 28. XI. 1898; längere Zeit eine regenfreie Periode vorangegangen.

Temperatur des Wassers	Temperatur der Luft	Zeit der Probeentnahmen	Keime pro 1 ccm
5,5 ° C	3,0 ° C	6h 00 abends	266
5,5 ° »	2,5 ° »	8h 00 »	402
5,5 ° »	2,0 ° »	10h 00 »	482
5,0 ° »	2,0 ° »	3h 00 morgens	532
4,5 ° »	2,5 ° »	7h 30 »	400

Tabelle XVI.

Isaruntersuchungen oberhalb Münchens, bei Freising und bei Landshut.

Tag der Untersuchung	Ort der Untersuchung	Abdampfrückstand mg im Liter bei 105° C getrockn.	Abdampfrückstand mg im Liter geglüht	Sauerstoffverbrauch mg im Liter	Chlor mg im Liter	Salpetersäure mg im Liter	Bakterien in 1 ccm
6. Febr. 1898	München	222,4	202,4	1,803	1,15	1,77	830
	Freising	254,8	226,8	1,895	3,12	3,34	9 275
	Landshut *)	263,3	233,3	1,521	2,6	5,45	6 100
9. März 1898	München	213,2	194,4	1,469	1,25	1,38	913
	Freising	230,0	192,8	2,716	3,07	2,87	21 230
	Landshut *)	260,0	220,0	1,592	2,2	5,13	3 480
30. März 1898	München	220,0	199,2	2,7	0,72	1,82	440
	Freising	232,8	202,0	3,384	2,23	4,82	11 460
	Landshut *)	251,0	218,3	1,743	1,8	3,62	4 840
28. April 1898	München	195,2	189,6	1,505	0,68	1,08	641
	Freising	203,2	196,0	2,07	1,5	2,05	10 000
	Landshut *)	206,6	178,3	1,333	1,3	2,88	3 000
1. Juni 1898	München	216,0	204,0	1,788	0,78	1,29	580
	Freising	238,0	216,8	2,216	1,8	2,15	11 600
	Landshut *)	205,0	176,6	1,85	1,3	2,5	3 100
4. Okt. 1898	München	224,0	202,0	1,56	0,9	0,214	625
	Freising	246,0	208,0	2,206	1,5	1,07	34 800
	Landshut *)	248,3	211,6	1,4	2,2	3,37	3 620
23. Nov. 1898	München	228,0	206,0	1,120	0,6	0,537	315
	Freising	248,0	210,0	1,788	2,08	2,87	16 000
	Landshut *)	255,0	221,6	1,383	2,2	3,84	4 960
5. Januar 1899	München	185,6	167,6	1,78	0,89	2,16	1 529
	Freising	248,8	226,8	2,49	4,15	3,42	26 510
	Landshut *)	256,6	220,0	1,395	2,3	3,57	3 000
8. Febr. 1899	München	222,0	206,0	1,363	0,8	1,3	1 037
	Freising	242,0	205,2	2,727	2,97	3,48	30 480
	Landshut *)	255,0	221,6	1,446	1,9	4,26	3 070
1. März 1899	München	222,0	194,0	1,5	0,89	2,64	261
	Freising	241,0	185,2	2,16	1,93	3,49	7 910
	Landshut *)	250,0	223,3	1,333	2,1	4,1	2 490
27. April 1899	München	195,2	176,4	2,48	0,69	1,28	1 557
	Freising	198,4	162,0	2,56	1,3	1,28	11 786
	Landshut *)	231,3	203,3	1,631	1,1	2,13	3 569
7. Juni 1899	München	190,0	190,0	1,68	0,8	0,95	816
	Freising	206,0	180,0	1,95	2,1	1,78	8 383
	Landshut *)	228,3	198,3	1,446	1,2	2,18	870
5. Juli 1899	München	199,2	185,2	1,52	0,7	0,63	391
	Freising	214,0	164,0	2,04	1,65	1,58	19 600
	Landshut *)	225,0	200,0	1,542	1,2	2,38	3 887

*) Die Untersuchungen zu Landshut wurden von Herrn Dr. Willemer-Landshut ausgeführt und verdanke ich genanntem Herrn diese Zahlen.

Mit der chemischen und bakteriologischen Untersuchung des Isarwassers oberhalb Münchens und in Freising während $1^1/_2$ Jahren betraut, fand ich genügend Gelegenheit, Erfahrungen und Beobachtungen über Selbstreinigung, speziell der Isar, zu machen. Ich lasse die während dieser Zeit angestellten Untersuchungen in einer Tabelle (XVI) folgen. Erwähnt sei noch, dafs hierbei auf das Verhalten der salpetrigen Säure ein Augenmerk gerichtet war. Bekanntlich gibt ein stark verunreinigtes Flufswasser oder Kanalwasser nach einiger Zeit die salpetrige Säurereaktion nicht mehr, auch wenn diese sofort nach der Entnahme deutlich vorhanden war. Durch Zusätze von Chloroform, Toluol oder andern Antisepticis konnte dieses Verschwinden der Reaktion verhindert werden oder mit andern Worten, es sind Lebewesen, die in oft so kurzer Zeit die Oxydation der salpetrigen Säure zustande bringen.

Wenn ich die Resultate all dieser Untersuchungen zusammenfasse, so kann ich sagen, dafs das Licht bei der Selbstreinigung der Flüsse als wichtiger Faktor angesehen werden mufs, welcher einerseits die Abtötung von Bakterien bewirkt, anderseits die chlorophyllhaltigen Lebewesen günstig beeinflufst. Die Frage, ob das Licht für die Umwandlung chemischer Körper bei der Flufsreinigung ebenso wichtig ist, wird immer so lange eine unentschiedene bleiben müssen, als nicht Methoden gefunden werden, die es in so starken Verdünnungen ermöglichen, einen sicheren Nachweis hierüber zu erbringen. Es ist mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dafs alle chemischen Körper vom Lichte, zumal in so starken Verdünnungen, verändert werden.

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei der Flufsreinigung ist und bleibt aufser der Verdünnung die Sedimentierung. Diese kann auf Grund vorstehender Versuche auch dadurch zustande kommen, dafs gegen Licht und Sauerstoff unempfindliche Bakterien bei der raschen Bewegung des Flufswassers und durch die Sättigung desselben mit Luft die Oberhand vor den andern gewinnen. Aus den stark verdünnten Lösungen der Kanalwässer etc. erfolgen bei Gegenwart ebengenannter Bakterien

Ausscheidungen; diese fallen zu Boden und dienen wieder zum Teile niederen Lebewesen, wie Diatomeen, Würmern etc. zur Nahrung, zum Teile humifizieren sie und gehen im Kreislaufe der Natur wieder auf.

Ob die Algen eine gar so grofse Rolle bei der Flufsreinigung spielen, wie manche Forscher glauben, ist wohl fraglich; eine gewisse Bedeutung ist ihnen sicher beizumessen.

Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität Strafsburg.

Über trockene Konservierung agglutinierender und präzipitierender Sera.

Von

Dr. **Erwin Jacobsthal,**

I. Assistenten des Instituts.

I.

Bakteriologen und Biochemiker kommen häufig in die Lage, Eiweifsstoffe durch eine Serumreaktion, sei es durch Agglutination oder Präzipitation, zu identifizieren. Die dazu nötigen Sera verändern erfahrungsgemäfs mit der Zeit ihren Titer, ein Übelstand, der vor allem bei quantitativen Versuchen recht hinderlich ist, und dies um so mehr, als es niemals mit Sicherheit möglich ist, durch gleiche Vorbehandlung zweier Tiere in ihrem Blutserum gleiche Agglutinationswerte zu erzielen. Es ist aber auch für qualitative Versuche lästig und kostspielig, das Blutserum einer Reihe von Tieren durch von Zeit zu Zeit wiederholte Einspritzungen auf ungefähr gleichem Agglutinationswert zu erhalten.

Es ist also durchaus der Mühe wert, ein Verfahren zu suchen, welches gestattet, nach beliebig langer Zeit mit Portionen desselben Serums Versuche anzustellen.

Für einen Spezialfall hat Wassermann hierzu vorgeschlagen[1]), zur Messung der Agglutination nicht die Fällung,

1) Über Agglutinine und Präzipitine, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. 42, 1903.

sondern die Bindungsgröfse der haptophoren Gruppe des Agglutinins zu benutzen; denn diese ist bei den Agglutininen und Präzipitinen im Gegensatz zu der zymophoren stabil. Aber für die allgemeine Praxis wäre ein solches Verfahren bedeutend zu kompliziert. In gewissen Fällen, z. B. bei der Identifizierung unbekannter Eiweifsmengen (Blutflecken in Leinwand) wäre es überhaupt nicht anwendbar.

Einen zweiten Weg der Konservierung haben Kolle und Wassermann eingeschlagen. Sie bewahren getrocknete Sera in zugeschmolzenen, luftleeren Röhrchen unter Benutzung der Erfahrung Widals, dafs Typhussera auch nach dem Eintrocknen Agglutination zu erzeugen vermögen. Ein so präpariertes Choleraserum für diagnostische Zwecke wird neuerdings in gröfseren Mengen hergestellt. Es ist selbstverständlich sehr wünschenswert, für dringende Untersuchungen sofort solch ein Serum zur Hand haben zu können. Ganz anders aber liegt es mit dessen Anwendung für quantitative, wissenschaftliche Arbeiten. Ist es nämlich hochwertig, so wird es bei Verwendung kleinerer Mengen der trockenen Substanz schwierig, ja unmöglich, auch durch exakteste Wägungen jedesmal ein Serum vom gleichen Titer zu erhalten. Um genau zu sein, müfste man jedesmal eine gröfsere Menge des oft so kostbaren Materials abwägen, ohne dann die so hergestellte Flüssigkeit ganz ausnutzen zu können.

Es lag nun nahe, in ähnlicher Weise, wie dies bei der Dispensierung in den Apotheken geschieht, das trockene Serum mit einer indifferenten Substanz zu vermischen, um eine bequeme Dosierung zu ermöglichen. Von nicht in Lösung gehenden Substanzen, wie Glasstaub, Talkum, Quarzsand, mufs man hierbei wohl absehen, da sie eine länger anhaltende Trübung der Flüssigkeit bewirken, falls sie genügend fein verrieben sind. Bei Anwendung von löslichen Mitteln ergeben sich Schwierigkeiten anderer Natur. Ich konnte mich davon überzeugen, dafs Zusatz von 5% reinem Milchzucker (also 0,25 g auf 5 ccm) die Agglutination schon stark zu hemmen vermag; inwieweit für die Hemmung der Agglutination die Verhältnisse der molekularen

Konzentration in Betracht kommen, werde ich vielleicht in einer andern Mitteilung behandeln.

Es war nun mein Ziel, die Vorteile einer trockenen Konservierung der Sera zu verbinden mit der Möglichkeit leichter und sicherer Dosierung unter Umgehung der unbequemen Wägemethoden. Hierzu erschien es mir vorteilhaft, die bequeme Verteilung von Flüssigkeiten auf gröfsere Flächen und ihr schnelles Eintrocknen auf Fliefspapier zu benutzen. Wie ich später aus der Literatur ersah, hat schon W. Richardson zur Diagnose der Typhusbacillen ein auf gewöhnliches Fliefspapier eingetrocknetes Typhuspatientenserum empfohlen.[1]) Systematische Untersuchungen über die dabei in Betracht kommenden quantitativen Verhältnisse hat er aber nicht unternommen. Und doch ist eine ganze Reihe von Fragen zu lösen, um sich ein Bild davon machen zu können, welche Bedeutung ein solches Verfahren für praktische und theoretische Arbeiten hat. Diesen Fragen ist im folgenden nachgegangen.

II.

Aus mancherlei leicht verständlichen Gründen war natürlich für meine Zwecke das gewöhnliche Fliefspapier ungeeignet; ich verwandte daher das bekannte, besonders gleichmäfsige und gut aufsaugende, für die Milchfettbestimmung hergestellte Papier Nr. 571 von Schleicher & Schüll.

Als Typen für meine Versuche benutzte ich mehrere Typhus- und Paratyphusimmunsera, sowie ein Laktoserum, alle, mit einer Ausnahme, von Kaninchen gewonnen. Um möglichst einheitlich zu arbeiten, benutzte ich die nach Pröschers Angaben[2]) hergestellte Emulsion toter Bakterien, auf die Hälfte mit 0,65 proz. NaCl-Lösung verdünnt.

Als erste Frage drängte sich auf: Wie ist das Serum auf dem Filtrierpapiere zu verteilen? Ist es gleichgültig, ob man es

1) W. Richardson, Die Diagnose von Typhuskulturen vermittelst getrockneten Typhusserums. Zentralbl. f. Bakteriol., XXI, 1897.

2) Zentralbl. f. Bakteriol., XXXI, 1902, Nr. 9.

auftropft oder aufsaugt, und ist überhaupt eine gleichmäfsige Ausbreitung des wirksamen Agens erzielbar?

Um zunächst die Verteilung des Agglutinins beim Aufsaugen zu prüfen, wurde ein 1 cm breiter, 12 cm langer Streifen des Papiers 2—3 mm tief in Immunserum getaucht, und nachdem die Flüssigkeit bis oben gestiegen war, sofort in zwölf gleiche Teile zerschnitten und dann getrocknet. Wie war jetzt das Agglutinin in den Papierchen verteilt? Es wäre an sich möglich gewesen, dafs es in dem Papier nur ein Stück weit vordringt und dafs so eine Konzentration agglutinierender Substanz an der ins Serum eintauchenden Stelle des Papiers stattfände. Das Gegenteil war aber der Fall. Es ergab sich nämlich die im ersten Augenblick überraschende Tatsache, dafs die agglutinierende Kraft im obersten Segment des Streifens bedeutend am stärksten ist, dann bis zum drittuntersten nahezu konstant abnimmt, um nur in den beiden untersten wieder um ein Geringes anzusteigen. War etwa das Agglutinin schneller emporgestiegen als die andern Serumbestandteile, ähnlich wie beim Aufsteigen des Serums in Fliefspapier eine schmale Wasserzone den Eiweifsstoffen vorauseilt? Eine kurze Überlegung sagt uns aber, dafs es sich hier nur um einen Verdunstungsvorgang handeln kann; durch ihn wird das Serum um so konzentrierter, je höher es steigt. Ein Beweis für diese Annahme liegt schon darin, dafs sich in einem solchen Papiere der Schwerpunkt nach dem Trocknen nach oben zu verschiebt und dafs dort durch den höheren Eiweifsgehalt das Papier eine gröfsere Steifigkeit erkennen läfst.

Man könnte nun vorschlagen zu prüfen, ob auch beim Aufsaugenlassen des Serums in feuchter Kammer eine ungleichmäfsige Verteilung des agglutinierenden Mediums eintritt, und falls dies der Fall sein sollte, darin einen Beweis gegen die soeben gegebene Erklärung sehen wollen. Tatsächlich findet man nun auch hierbei einen höheren Titer in den oberen Segmenten des Papiers, und doch besteht unsere Erklärung zu Recht. Es kommt hier nämlich derselbe Vorgang in Betracht, der auch das Eintrocknen der Agaroberflächen in mit Gummi-

kappen verschlossenen Kulturröhrchen verschuldet und auf den Neukirch in seiner Dissertation auf Professor Forsters Veranlassung aufmerksam gemacht hat.[1]) Es findet nämlich bei jeder Temperaturschwankung eine Kondensation von Wasser an die Wandung des Gefäfses statt; die Luft in der Umgebung des Papierstreifens kommt dabei unter ihren Sättigungspunkt und entzieht diesem daher Feuchtigkeit. So kommt auch hier eine mehr oder minder grofse Konzentration des Serums zustande.

Es fragt sich nun, ob diese Ansammlung agglutinierender Kraft auf einer Konzentrierung des »Agglutinins« oder etwa nur des Salzes beruht. Eine kurze Überlegung zeigt aber, dafs der Salzgehalt hier nicht der entscheidende Faktor sein kann. Es kann nämlich 1 qcm des von mir benutzten Filtrierpapiers eben noch 0,035 ccm Serum aufnehmen, ohne zu tropfen. Nähmen wir nun selbst an, dafs der Salzgehalt des obersten Segmentes der fünffache ist wie in dem untersten — eine Zahl, die viel zu hoch gegriffen ist —, so würde dies nur etwa 0,002 g ausmachen, was die Konzentration der 5 ccm-Bouillon, in der wir die Prüfungen stets angestellt haben, nur um $^1/_{250}$ % verändern würde. So geringe Schwankungen des Salzgehaltes kommen nun, wie ich mich überzeugt habe, für die Veränderung des Agglutinationswertes nicht mehr in Betracht.

Es ergibt sich, praktisch genommen, aus dem Bisherigen, dafs zur gleichmäfsigen Verteilung des Serums auf das Papier die Methode des Aufsaugens ungeeignet ist.

Es war daher zu versuchen, was sich durch Auftropfenlassen des Immunserums erreichen liefse. Es wurde hierzu zunächst auf ein Papier, das durch Bleistiftstriche in, der Tropfengröfse entsprechende Quadrate eingeteilt war, Serum so getropft, dafs auf jedes Quadrat ein Tropfen fiel und so das Papier gleichmäfsig durchfeuchtet war; dann wurde bei Zimmertemperatur getrocknet. Die Prüfung der einzelnen Quadrate auf ihren Titer ergab nun, dafs die am äufsern Rande gelegenen

1) H. Neukirch, Über Aktinomyzeten, Diss. inaug. Strafsburg, 1902, S. 48.

Quadrate bedeutend stärker agglutinierten als die ihnen benachbarten inneren, und dafs die Kraft in den allerinnersten verhältnismäfsig am geringsten war. Seine Erklärung findet dieser Befund auch hier durch eine Konzentration des Serums am Rande. An den Kanten verdunstet nämlich das Wasser schneller; dadurch, dafs nach den nun trockenen Stellen Flüssigkeit aus dem Innern kapillar angesogen wird, wird das Zentrum relativ arm an agglutinierender Substanz. Es war daher zu erwarten, dafs die Ungleichmäfsigkeit in der Verteilung abhängig sein mufste von der Schnelligkeit der Verdunstung. In der Tat zeigte von zwei gleichmäfsig mit Serum betropften Stücken des Papiers das eine, rasch bei 38° im trockenen Luftstrom der Luftheizung getrocknete nur geringe Unterschiede in der Verteilung im Gegensatz zum andern, das langsam in einem kühlen Raume getrocknet wurde. Es kommt demnach, wenn man sich des auf Quadrate verteilten getrockneten Serums bedienen will, auf die Schnelligkeit der Trocknung an. Eine ideale Gleichmäfsigkeit wird man zwar nicht erzielen, aber doch erhält man bei schnellem Trocknen (im Luftschacht der Heizung, im Brutschrank bei 37° oder in der Nähe des Ofens) nur so geringe Unterschiede in den verschiedenen Quadraten, dafs für diagnostische Zwecke die Verschiedenheiten kaum in Betracht kommen.

Um eine wirklich genaue Dosierung zu ermöglichen, ist es nötig, den Faktor der stärkeren Konzentration an einzelnen Stellen zu eliminieren, was leicht dadurch zu erreichen ist, dafs man keine Quadrate, sondern Sektoren des Kreises benutzt, der sich beim Auftropfen des Serums auf einen Punkt des Papiers von selbst bildet. Diese Kreise werden, wenn man aus feststehender Pipette auf das wagrecht gelegte, hohl liegende Schleicher & Schüllsche Papier tropft, so genau, dafs es mit Leichtigkeit gelingt, sie später mit der Schere in $^1/_4$, $^1/_6$, $^1/_5$ bis $^1/_{32}$ des Inhalts betragende Sektoren zu zerlegen. Durch häufige Versuche habe ich mich davon überzeugt, dafs so immer gleichmäfsige Agglutinationshöhen bei nicht zu hochwertigen Seris (bis etwa 4—5000) erzielt werden können. Nur bei ganz hochwertigen Seris verfährt man zweckmäfsigerweise anders, da man

sonst das Papier in allzu kleine Stücke schneiden müfste. Um dies zu umgehen, konnten nur zwei Methoden in Betracht kommen: Verdünnung des Serums vor oder nach dem Auftropfen.

Bevor wir aber hierauf eingehen können, mufs erst besprochen werden, wie es sich mit der Titerveränderung beim Auftropfen unverdünnten Serums verhält. Bei meinen Versuchen, die mit Kaninchenserum angestellt wurden, fand ich keine bemerkenswerte Abnahme des Titers, dagegen bei einem Typhusserum (Titer 3000) und zwei Paratyphusseren (Titer 30000) eine geringe Zunahme der agglutinierenden Kraft nach dem Auftropfen. Auf die theoretische Seite dieser Frage kann ich hier nicht eingehen; nur möchte ich erwähnen, dafs eine Zunahme des Titers nicht so wunderbar erscheint nach der mehrfach gemachten Beobachtung, dafs auch das »Inaktivieren« von agglutinierenden Seris bei 56° zuweilen, aber nicht regelmäfsig eine Titererhöhung bewirken kann. Ob in solchen Fällen eine labile, agglutinationshemmende Gruppe zugrunde geht, wage ich nicht zu entscheiden. Keinesfalls aber kommt hier die Vermehrung des Salzgehaltes in Betracht.

Nur bei einem, aus dem Schweizer Seruminstitut stammenden Typhusserum fand sich ein Heruntergehen des Titers nach dem Auftropfen von 30000 bis 15000. Es wäre möglich, dafs es für die Erklärung dieses Befundes wesentlich ist, dafs dieses Serum als einziges vom Pferde stammte.

Wenn sich nun auch manche Sera verschieden stark nach dem Eintrocknen auf Fliefspapier verändern, so zeigen doch die unter gleichen Bedingungen mit einem bestimmten Serum betropften Papiere stets denselben Titer. Dies Verhalten ist naturgemäfs sehr wichtig für die praktische Anwendung des Verfahrens.

Was geschieht nun, wenn man vor dem Auftropfen das Serum verdünnt? Es war von vornherein anzunehmen, dafs es nicht gleichgültig ist, welche Verdünnungsflüssigkeit man wählt. Zunächst kam die physiologische Kochsalzlösung und weiterhin, da ja beim Eintrocknen eine womöglich zu ver-

meidende Salzkonzentration stattfindet, das destillierte Wasser in Betracht.

Es ergab sich nun zunächst, dafs beim Eintrocknen eines mit 0,65 proz. NaCl-Lösung verdünnten Serums in den verschiedensten Verhältnissen e i n e b e d e u t e n d e T i t e r a b n a h m e stattfand. Diese war fast immer so stark, dafs selbst ganz hochwertige Sera völlig oder fast völlig unwirksam wurden. Was war der Grund dieser Erscheinung? Zunächst erschien es wahrscheinlich, dafs durch den relativ hohen Kochsalzgehalt das Eiweifs bei beginnender Salzkonzentration ausgesalzt und dadurch die Agglutinine geschädigt würden, während beim Eintrocknen unverdünnter Sera das Eiweifs und mit ihm das Agglutinin schon durch Wassermangel ausfällt bevor die Salzlösung 10 proz. geworden ist, und das einmal ausgefallene Agglutinin der Schädigung durch die Salzkonzentration entzogen würde.

Für diese Hypothese, dafs die Schädigung des agglutinierenden Vermögens von dem V e r h ä l t n i s der Salzkonzentration zur Eiweifskonzentration abhängig sei, sprachen folgende beiden Versuche:

In eine Reihe von Röhrchen wurde die gleiche Menge eines hochwertigen Paratyphusserums (Titer 30000) gefüllt und dieses auf $^{1}/_{100}$ verdünnt. Die Verdünnungsflüssigkeit bestand aus 0,65 proz. NaCl-Lösung, der in steigender Dosis von 0 bis 50% Hühnereiweifs zugesetzt war. Wurden nun mit dem Inhalt dieser Röhrchen Papiere betropft und eingetrocknet, so ergab sich, dafs das kein Hühnereiweifs enthaltende Papier keine Spur von Agglutination hervorrief, das mit 10% fast völlige und die übrigen völlige Agglutination erzeugten.

Wurde ferner Immunserum mit Normalserum, das im Verhältnis 1 : 20 keine Agglutination herbeiführte, auf das 50 fache verdünnt, so fand auch hier nach dem Auflösen des aufgetropften Gemisches eine Agglutination statt, die hinter der durch das feuchte Immunserum hervorgerufenen nicht zurückblieb.

Und doch besteht bei näherem Zusehen die soeben aufgestellte Hypothese nicht zu Recht. Es wurde nämlich Immunserum mit einer Kochsalzmenge versetzt, die gleich ist der-

jenigen, die die zur 50fachen Verdünnung nötige physiologische Kochsalzlösung enthält (also zu 1 ccm 0,325 g NaCl, was nahezu eine gesättigte Lösung bedeutet); sodann wurde durch kräftiges Schütteln das ausfallende Eiweifs gleichmäfsig in Suspension gehalten und hiermit Fliefspapier betropft und getrocknet. Das so behandelte Serum erfuhr keinerlei Titerabnahme.

Es mufste demnach die Erscheinung der Titerabnahme der verdünnten Sera auf anderm Wege erklärt werden. Kamen hier nicht vielleicht Gründe rein physikalischer Natur in Betracht? Einen Hinweis auf diese Möglichkeit gab schon das verschiedene Aussehen der mit unverdünntem und verdünntem Serum betropften Papiere; der Imbibitionskreis der ersteren hatte einen Durchmesser von 1,9—2,0 cm, der der letzteren betrug 2,5 cm. Es war also zu prüfen, ob die Verteilung des Serums in so grofser Fläche zu der Titerabnahme der verdünnten Sera beitrage.

Zu diesem Zwecke wurde eine Reihe von Quadraten aus Filtrierpapier, in der Gröfse von 900 qmm (3 cm Seitenlänge) bis 8,5 qmm abfallend, mit je einem Tropfen des auf das 50fache verdünnten hochwertigen Paratyphusserums betropft, getrocknet und dann auf den Titer geprüft. Das Resultat war, dafs das 8,5 qmm grofse Papierchen einen Titer hatte, der dem des feuchten Serums fast gleichkam, und dafs dieser Titer progressiv abnahm, je gröfser die Papiere waren; so konnte mit dem 225 qmm grofsen Stück fast keine und mit dem 600 qmm grofsen gar keine Agglutination mehr erzeugt werden. Dieser Versuch scheint mir zu beweisen, dafs es die Adsorption am Filtrierpapier ist, die für das Unwirksamwerden aufgetropften verdünnten Serums verantwortlich gemacht werden mufs. Von Wesen ist dabei die Gröfse der Fläche, die sich mit Serum imbibiert. So finden auch die vorher aufgeführten beiden Versuche ihre befriedigende Erklärung. Sowohl die Verdünnung des Immunserums mit Hühnereiweifs wie mit Normalserum verkleinert den Durchmesser des Imbibitionskreises auf dem Papier.

Wenden wir uns nun zu der zweiten Frage, ob sich vielleicht destilliertes Wasser als Verdünnungsmedium

eignete, so müssen wir hier schon von vornherein schwere Bedenken äufsern, die sich denn auch bestätigten. Denn bei dem Zusatz des Wassers zum Serum wird die entstehende Globulinfällung stets einen Teil, wenn nicht alles Agglutinin mitreifsen. Beim Auftropfen ist nun einerseits eine gleichmäfsige Verteilung der Eiweifsemulsion sehr schwierig, anderseits ist nach dem eben Gesagten nicht zu erwarten, dafs das nichtgefällte Agglutinin wieder in Lösung geht. Also von diesem Verdünnungsmittel mufs völlig abgesehen werden.

So bleibt denn nur der andere Weg übrig, nämlich das Serum nach dem Auftropfen zu verdünnen. Hierzu wurde das serumhaltende Papier in physiologische Kochsalzlösung gebracht; war nun z. B. das Volumen des unverdünnt aufgetropften Serums 0,045 ccm gewesen, so war durch Einbringen des Papiers in 4,5 ccm eine Verdünnung von 1 : 100 hergestellt. Es mufste nun untersucht werden, nach welcher Zeit das Maximum der überhaupt erreichbaren Lösung des Agglutinins erlangt wird, wie sich ferner der Titer dieser Lösung zu dem des feuchten Serums verhält, und schliefslich ob die Befunde konstant sind.

Zur Prüfung der Lösungszeit wurden Papiere, die gleiche Mengen eines hochwertigen Serums enthielten, in eine Röhrchenreihe A gebracht, die mit gleichen Kulturmengen gefüllt waren; sie wurden darin $^1/_2$, 1, $1^1/_2$, 2, 3 usw. bis 24 Stunden gelassen und namentlich in der ersten Zeit häufig umgeschüttelt. Nach Ablauf der bestimmten Zeit wurde das Papierchen herausgenommen, kurz mit physiologischer Kochsalzlösung abgespült und in ein Röhrchen der Reihe B geworfen, die ebenfalls mit Kultur gefüllt waren. Das Resultat des Versuches war, dafs die Röhrchen A alle starke Agglutination zeigten, die nur in den beiden ersten eine Spur schwächer war; von den Röhrchen B war nur bei 1 und 2 eine Spur von Agglutination erkennbar. Die Papiere 1 und 2 waren nun $^1/_2$ resp. 1 Stunde in A geblieben. Es mufs hieraus geschlossen werden, dafs nach $^1/_2$ Stunde der gröfste Teil, nach 1 Stunde fast alles und nach $1^1/_2$ Stunden alles lösbare Agglutinin in Lösung gegangen ist.

Bei etwas anderer Versuchsanordnung wurde dasselbe Resultat erhalten. Eine Reihe von Röhrchen erhielt hierzu gleiche Mengen Immunserums und die für die 100fache Verdünnung nötige Menge physiologischer Kochsalzlösung; nach 5, 10, 15 etc. Minuten wurde der Titer der Lösung in den Röhrchen 1, 2, 3 etc. bestimmt. Hierbei konnte festgestellt werden, dafs nach 10 Minuten noch sehr wenig Agglutinin in Lösung gegangen ist und von hier bis zu 30 Minuten die Kurve der Lösung rapid fast zu ihrem Maximum ansteigt. Nach $1^1/_2$ Stunden ist die Lösung vollendet.

Es liegt nun die Frage sehr nahe, wie es denn hier mit der Adsorption des Agglutinins stehe, die wir bei den verdünnten Seris eine so grofse Rolle spielen sahen. Ein, analog dem dort angeführten Experiment angestellter Versuch ergab nun, dafs beim Abfallen der Papiergröfse von 1200 bis 16 qmm der Titer eines Serums nach dem Auflösen von 25000 auf 33000 stieg, was eine verhältnismäfsig geringe Schwankung bedeutet. Es geht aus diesem Resultat nur die Forderung hervor, dafs es notwendig ist, zum Auftropfen stets gleichmäfsig hergestellte Papiere zu benutzen, eine Bedingung, die das von mir benutzte Papier völlig erfüllt. Damit wird man stets einheitliche Werte bekommen.

Nach dem bisher Gesagten ergibt sich die Titerbestimmung des auf gleichmäfsig verfilztes Papier getropften Serums leicht. Zum Auftropfen wird eine Pipette verwendet, die 0,01 ccm abzulesen gestattet. Sie wird während des Auftropfens in gleicher Lage gehalten, wobei die Tropfengröfse konstant ist. Man liest ab, wieviel Kubikzentimeter z. B. 10 Tropfen betragen und zieht den Durchschnitt für einen Tropfen. Zum Gebrauche nach dem Trocknen, das im Trockenschrank bei 37—65° geschehen kann, wird das Papier mit einem Multiplum der Tropfengröfse, z. B. mit der 50fachen Menge physiologischer Kochsalzlösung versetzt, unter öfterem Schütteln $1^1/_2$ Stunden stehen gelassen und nun in der gewöhnlichen Weise die Serumverdünnungen hergestellt.

Es ist wesentlich, dafs man beim Beschicken des Röhrchens mit dem Papier nicht sofort umschüttelt oder das Papier unter-

taucht, sondern es sich allmählich ($^1/_2$—1 Minute) vollsaugen läfst, bis es von selbst die Neigung zum Untersinken zeigt. Andernfalls kann die Luft aus den feinen Kapillaren des Filtrierpapiers nicht verdrängt werden, und die unvollkommene Benetzung verhindert dann eine völlige Lösung des Eiweifses.

III.

Die von mir für meine Versuche benutzten feuchten Sera waren eingeschmolzen im Eisschrank bewahrt worden und hatten dadurch ihren Titer beibehalten, zeigten auch keine Agglutinoidbildung. Liefsen sich mit dem trockenen Serum ohne diese lästigen Vorsichtsmafsregeln die gleichen Resultate erzielen, so war damit eine grofse Erleichterung im Arbeiten mit Seris erreicht. In der Tat fand sich bei der Prüfung meiner trocken konservierten, in einem kleinen Exsikkator bewahrten Sera nach 7 Monaten keinerlei Veränderung ihres Titers.

Betrachten wir etwas näher die Faktoren, deren Einwirkung auf ein Serum überhaupt in Betracht kommt, so sind es hauptsächlich drei: die Temperatur, das Wasser und das Licht; die beiden letzteren sind in gewisser Weise voneinander abhängig.

Dafs geringe Temperaturschwankungen auch feuchten Seris nichts schaden, ist bekannt. Bei höheren Temperaturen besteht aber ein beträchtlicher Unterschied zwischen trockenen und feuchten Seris. Einmaliges Aufkochen der serumhaltigen Flüssigkeit hebt die agglutinierende Wirkung auf. Dagegen ertrug, wie auch Professor Forster in einem Vorlesungsversuch zeigen konnte, mein trockenes Serum ohne Schädigung dreiviertelstündiges Erhitzen auf 100°. Die Abtötungstemperaturen trockenen Serums habe ich nicht bestimmt, da hierüber bereits Erfahrungen vorliegen.

Dagegen war es mit Rücksicht auf die praktische Verwendbarkeit des Serums wichtig, zu wissen, ob es möglich sei, die trockenen Sera ohne Zerstörung des Agglutinins zu sterilisieren. Es ist zwar für die Praxis keineswegs immer nötig, mit sterilen Seris zu arbeiten. Seit neuerer Zeit bediene ich mich mit Vorteil folgenden Verfahrens, das für eine grofse

Reihe von Fällen sehr empfohlen werden kann. Bei der Diagnose einer Kultur füge ich, sobald die Bouillon die genügende Dichte erreicht hat, zugleich mit dem Serum auf je 5 ccm Kultur einen Tropfen Formalins hinzu. Man verhindert so, dafs eine Agglutination durch das Überwuchern fremder oder der zu prüfenden Keime verdeckt wird und ist so für die Erhebung des Resultates nicht an eine bestimmte Zeit gebunden. Für wissenschaftliche Zwecke wird es in den meisten Fällen vorteilhaft sein, die nach Pröscher abgetöteten Kulturen, auf die Hälfte mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, zu benutzen.

Für manche Fälle ist aber doch die Anwendung sterilen Serums unerläfslich, wie z. B. für die von Altschüler und Windelbandt angegebene Methode zum Nachweis der Typhusbacillen im Wasser durch Anreicherung und Agglutination. In Betracht kommt hierbei die feuchte und die trockene Sterilisierung. Die feuchte läfst sich bekanntlich ohne Schädigung des Agglutinationswertes durch längeres Erhitzen auf 56° erreichen, es läfst sich dabei bequem das Auflösen des Agglutinins mit der Sterilisierung verbinden. Es ist nun aber auch leicht möglich, das auf Papier getrocknete Serum zu sterilisieren und zwar durch dreimaliges Durchdieflammeziehen jeder Seite des Papiers mit der Geschwindigkeit, wie sie beim Fixieren der Deckglaspräparate üblich ist. Der Agglutinationstiter ging dabei nur um Weniges (von 30000 auf 25000) hinunter. Die Prüfung von Sterilität und Serumtiter geschah durch Einwerfen der Papiere nach dem Flambieren in abgemessene sterile Bouillon, Stehenlassen bei 37° während 24 Stunden, um eine etwaige Bakterienentwicklung beobachten zu können, und Anlegung der Serumverdünnungen mit einem Teile dieser Bouillon.

Der zweite Faktor, der auf konserviertes Serum wirken kann, nämlich das Wasser, übt diese Wirkung nicht an sich, sondern nur dadurch aus, dafs seine Anwesenheit die notwendige Bedingung zur Ionisierung und zur Einwirkung anderer Agentien ist, von denen die wichtigsten wohl der Luftsauerstoff und das Licht sind; diese beiden Faktoren wirken häufig gemeinsam.

Es besteht für die Wirkung dieser Faktoren durchaus ein Unterschied, ob das Wasser in tropfbar flüssiger oder in hygroskopischer Form einwirkt. Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, dafs man die Serumpapiere nicht in feuchten Räumen aufzubewahren hat, in denen schon allein ein Durchwachsen des Papiers durch Schimmel und dessen Folgen zu befürchten wäre.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen genügt es, für die Bewahrung der trockenen Sera trockene Papp- oder Blechschachteln zu nehmen. In der Zeit von 7 Monaten haben die so behandelten Papiere gegenüber den im Exsikkator gehaltenen keinen Verlust an Agglutinationskraft gezeigt.

Dafs aber unter ganz besonderen Bedingungen auch ein Einflufs des hygroskopisch in den Papieren enthaltenen Wassers möglich ist, konnte durch folgenden Versuch gezeigt werden. Dieser wurde in Erwartung einer Analogie mit den Anilinfarbstoffen angestellt, die bekanntlich in absolut trockenem Zustand dem Verbleichen kaum ausgesetzt sind. Es wurden je ein mit Methylenblau gefärbtes Papier und ein Serumpapier im Exsikkator dem Tageslichte und in einer Petrischale während 14 Tagen einem starken Wechsel von Licht und Feuchtigkeit ausgesetzt; zum Teil war sehr starke Sonnenbestrahlung vorhanden. In der Petrischale wurde das gefärbte Papier stark gebleicht, das Serumpapier war völlig unwirksam geworden. Das Methylenblaupapier im Exsikkator war fast unverändert, das Serumpapier hatte $^3/_4$ seines Titers eingebüfst.

IV.

Aus den bisher geschilderten Beobachtungen geht hervor, dafs wir in dem angegebenen Verfahren eine Methode vor uns haben, die es verdient, in der Praxis wie bei theoretischen Arbeiten die ausgedehnteste Anwendung zu finden.

Es wurde im vorhergehenden immer nur von agglutinierenden Seris gesprochen, da ich die meisten Versuche mit ihnen angestellt habe. Ich konnte mich aber davon überzeugen, dafs präzipitierende Sera (Laktoserum, Fleischserum) sich ebenso wirksam konservieren und quantitativ genau wieder lösen lassen.

Vom praktischen Standpunkte aus ist es sehr vorteilhaft, wenn man jederzeit beliebig kleine Serummengen zur Verfügung hat und durch die Serumreaktion die Natur einer Kultur, von Milch, Fleisch, Blut etc. prüfen kann, ohne vorher steril gehaltene Glasröhren mit feuchtem Serum aufbrechen und wieder zuschmelzen und so der Gefahr der Verunreinigung aussetzen zu müssen.

Für wissenschaftliche Untersuchungen ist es weiterhin wichtig, ein Mittel zu besitzen, um quantitativ genaue Untersuchungen mit Immunseris unter Umgehung subtilster Wägungen und Verschwendung unnötig grofser Mengen getrockneten Serums anstellen zu können.

Bei dem umfangreichen Gebrauche von Immunseris zu diagnostischen Zwecken — es sei nur an die vom Reiche neu eingerichteten Typhusstationen erinnert — und um endlich eine einheitliche Methodik bei der Agglutination zu erreichen, wäre es unserer Meinung nach durchaus zweckmäfsig, wenn die Herstellung und Konservierung der Sera nach dieser Methode, die eine genaue Dosierung leicht gestattet, von der Industrie in die Hand genommen würde.

Die Malaria in Italien im Jahre 1902.

Epidemiologische und prophylaktische Forschungen

zusammengefaßt von

A. Celli.

Einige der Untersuchungsstationen, die 1900 oder 1901 von Nord- bis Süditalien zum epidemiologischen und prophylaktischen Studium der Malaria gegründet wurden (wie Marano Lagunare, Bagnolo die Lonigo, Cumignano sul Naviglio, Marcianise) sind eingegangen, andere hingegen sind 1902 hinzugekommen, wie in Trecate (Novara), Candia Lomellina (Pavia), Lerino (Vicenza), im Modenesischen, in Ostia (römische Campagna), Vico di Pantano (Caserta) und in Atella (Basilicata).

Wie in den vergangenen Jahren[1]) waren die Untersuchungsmethoden mannigfaltig, aber sehr genau; in den verschiedenen Malariaregionen existierten mehrere Studienstationen. Das Material jeder einzelnen dieser Stationen war aber eng begrenzt, der besseren Übersicht und Kontrolle halber.

Ich werde hier kurz die bemerkenswertesten Resultate der vergangenen antimalarischen Experimente berichten und sie mit den von uns in den Vorjahren und von anderen Beobachtern 1902 erhaltenen vergleichen. Auf diese Art werde ich eine Synthese der Arbeiten machen, die die Mitglieder unserer Gesellschaft unter meiner Leitung ausführten. Diejenigen Leser, die mehr in Einzelheiten das erfahren möchten, was ich hier zusammenfasse, verweise ich auf die Originalarbeiten, die im IV. Band unserer Akten erschienen sind.

1) Dieses Archiv, Bd. 40 u. 44.

Erster Teil.

Malariaepidemiologie.

Das Epidemiejahr 1902 war noch milder als das vorangegangene. Ausnahmen fehlten aber nicht, wie auch 1901. Die Epidemie trat in den pontinischen Sümpfen und dem angrenzenden Teil der römischen Campagna im allgemeinen verspätet auf, war dann aber im Herbst viel schwerer als im vergangenen Jahr. Ebenfalls im Grossetanischen war die Epidemie verspätet, aber schwer. Obgleich in Vigasio und Grezzano (Verona) die Epidemie so leicht war wie seit 14 Jahren nicht, waren die umliegenden Gemeinden schwer von Malaria heimgesucht, in Isola della Scala herrschten die Ästivautumnalfieber, in Nogarole Rocca und in Trevenzuole die leichten Tertianafieber vor. In der Basilicata trat die Malaria relativ leicht auf, in Atella hingegen hauste eine wahre Pandemie, so dafs 70% der Bevölkerung, in manchen Häusergruppen 100%, am Fieber erkrankten.

Während im allgemeinen die Malaria in Abnahme begriffen war, fuhr sie im Modenesischen, z. B. in Villa Marsaglia fort, zuzunehmen, was 1898 begonnen hatte. Die von Dr. Schoo in Holland vorausgesagte Verbreitung der Malaria hat ebenfalls stattgefunden, obgleich die klimatischen Bedingungen, wie wir sehen werden, wenig dazu geeignet waren.

Um aber ein Epidemiejahr mit dem anderen vergleichen und über die Schwere der Malariaepidemie urteilen zu können, mufs man die verschiedensten Kriterien in Betracht ziehen.

Es genügt nicht, alle Fieberfälle zusammenzuziehen, man mufs die Rezidive von den frischen Infektionen unterscheiden; in Atella war die Malaria weniger schwer wegen der relativ wenigen frischen Infektionen, als wegen der grofsen Anzahl von Rezidiven. Aufserdem mufs man die prädominierte Parasitenart und deren Virulenz in Betracht ziehen. In Brindisi folgte auf die schwere Epidemie 1900 eine noch schwerere 1901; 1902 war die Epidemie weniger schwer, nicht weil weniger Malariafälle vorkamen, aber weil die Ästivautumnalparasiten weniger virulent

waren, und die leichten Tertianainfektionen bei weitem vorherrschten. Letztere drückten daher der Epidemie den Stempel auf, wie ebenfalls in Vico Pantano.

Ebenfalls mufs man darauf achten, wie die Epidemiekurve sich verhält. Wenn sie einen hohen Grad in kurzer Zeit erreicht, macht dies mehr Eindruck, als wenn dieselbe Anzahl Fälle sich mehr oder wenig regelmäfsig auf die verschiedenen Monate des Epidemiejahres verteilt.

Um also die Heftigkeit der Malariaepidemie Jahr für Jahr an ein und demselben Ort beurteilen zu können, mufs man die Rezidive von den frischen Infektionen unterscheiden, wie ebenfalls die Art und Virulenz der Parasiten, und endlich darauf achten, wie die Fieberkurve verläuft.

Es wäre verfrüht, die leichten Epidemien des verflossenen Jahres in der römischen Campagna, im Veronesischen und in Argenta auf die seit 2 Jahren dort durchgeführten prophylaktischen Mafsregeln zu schieben, denn die Epidemie trat auch da leicht auf, wo wenig oder gar nichts geschehen war, um die Fieber zu vermindern.

Im allgemeinen müssen bei einer von Jahr zu Jahr so verschiedenen Epidemie Jahre vergehen, ehe man mit Bestimmtheit sagen kann, von der vollkommensten und gelungensten Malariaprophylaxis sichere und dauernde Erfolge für ein ausgebreitetes Gebiet erlangt zu haben.

1. Geographische Verteilung der Malariaparasiten.

Das Vorherrschen der leichten Tertianaformen traf mit dem im allgemeinen leichten Epidemiejahr zusammen. Die Quartanaformen waren wie immer überall selten.

Bemerkenswert sind die schweren Malariaherde, wo die Ästivautumnalparasiten vorherrschen, mitten in Gegenden, wo gewöhnlich nur die leichte Tertiana verbreitet ist. Im vorigen Jahr war dies in Mantua der Fall und dies Jahr auch auf dem Lande in der Nähe einiger Reisfelder im Vicentinischen in Isola della Scala und in Grezzano im Veronesischen.

Auch hier fiel die geringere Virulenz der Ästivautumnalparasiten an den verschiedenen Orten auf. In Oberitalien ist sie so gering, dafs Perniciosa selten bei Kindern, fast nie bei Erwachsenen vorkommt. Die Fieber unterscheiden sich oft nur durch die Blutuntersuchung und nicht durch das klinische Bild von den leichten Tertianafiebern.

Ähnliches kommt auf der dem adriatischen Meere zugelegenen Seite Mittelitaliens auch vor, während auf der dem Mittelmeer zugelegenen Seite (Maremmen Grossettos, römische Campagna und pontinische Sümpfe) die virulenteren Ästivautumnalparasiten wie in Süditalien vorherrschen.

Im allgemeinen zeigt sich die Virulenz dieser Parasiten durch die schweren allgemeinen Symptome der Krankheit, die mehr oder minder rasche Neigung zur Perniciosa, die hartnäckige Rezidive nach mehr oder minder langen Zwischenräumen und durch Kachexie.*

Die armen, elenden Kachektischen, die man so oft in schweren Malariaorten trifft, sieht man fast nie mehr oder überhaupt nicht in den oben erwähnten Gegenden.

Einige, wenn auch seltene Fälle vom wirklichen Quotidianafieber wurden von Dr. Polettini auch im Veronesischen beobachtet.

2. Malariarecidive.

Um dieses wichtige Phänomen näher erforschen zu können, mufs man vor allen Dingen ein sicheres diagnostisches Mittel der latenten Malaria zur Verfügung haben.

Zu diesem Zwecke habe ich mit Casagrandi und Carducci neue Untersuchungen über die Hämolyse gemacht, die eine unzweifelhafte Wirkung der Malariainfektionen ist und die vielleicht während der latenten Malaria andauert. Das irrtümliche diagnostische Mittel des Agglutinationsvermögen der roten Blutkörperchen wurde beiseite gelassen.

Da es uns im vorigen Jahre nicht gelungen ist, Hämolyse in vitro mittels der Serumsdiagnose zu erreichen, gingen wir von der experimentellen Hämoglobinurie aus, die man erhält, wenn man einem Kaninchen Hundeblut subkutan injiziert und das Serum des so behandelten Kaninchens dem Hunde injiziert; dieser erkrankt und stirbt dann an typischer Hämoglobinurie.

Im Serum dieses hämoglobinurischen Blutes kann man die hämolytische Kraft in vitro beobachten, wenn man ein Milzextrakt eines normalen Hundes hinzufügt und ihn auf die roten Blutkörperchen desselben Hundes wirken läfst.

Aber diese Hämolyse in vitro mit Serum von Malariablut bei roten Blutkörperchen des Menschen konnten wir nicht beobachten, nicht einmal bei Hinzufügung von Milzextrakt bei Stasis (durch Herzkrankheit) und nicht einmal bei Extrakt einer perniziösen Milz.

Bis jetzt war es uns also unmöglich, in vitro Hämolyse mit Malariablutserum hervorzurufen; vielleicht müssen dabei mehrere Faktoren zusammentreffen; einen wahrscheinlich findet man in der (normalen?) Milz, einen im hämoglobinurischen resp. malarischen Serum, einen dritten in den malarischen oder hämoglobinurischen roten Blutkörperchen.

Es war uns nicht einmal möglich, in vitro im Malariablutserum ein spezifisches Globulin zu finden.

Wir haben also bis jetzt noch kein serumdiagnostisches Mittel, um die latente Malariainfektion festzustellen.

Auch die mikroskopische Untersuchung kann uns nicht viel nützen. Die Formen, die dazu bestimmt sind die Rezidive zu sichern, sind noch nicht einmal genau bekannt.

Die sexuellen Formen, die es vielleicht sind, findet man nicht immer während der langen Zwischenräume im zirkulierenden Blute; der Rat, bei zweifelhaften Fällen zur Milzpunktion zu greifen, ist in der Praxis kaum zu befolgen, da man den Kranken einer Todesgefahr aussetzt, um eine gar nicht verlangte Diagnose zu stellen.

Bei den Ästivautumnalfiebern findet man nicht gleich bei den ersten Anfällen Gameten im peripherischen Blute. Deshalb kann man sofort auf Rezidive schliefsen, wenn sie vorhanden sind, aber sie sind es auch nicht bei jedem Rezidiv. Bei den leichten Tertianafällen kommen die Gameten schon sehr bald nach den ersten Anfällen vor; bei den Quartanafällen sind sie ja überhaupt sehr selten.

Im allgemeinen ist die Neigung zum Recidivieren stärker, wenn die Infektion doppelt oder dreifach ist, aber auch die Rezidive, die von einer einzelnen Parasitenart hervorgerufen werden, sind öfters auch hartnäckig genug.

Die klinische Krankengeschichte ist oft manchmal besser als die mikroskopische; wenn nach dem letzten Fieberanfall, Unwohlsein, Schwäche, Bleichsucht und Milztumor fortdauern, kann man gern annehmen, dafs die Rezidive eintreten werden. Wenn aber, was nicht allein bei leichten Infektionen (leichter Tertiana und Quartana) sondern auch bei Ästivautumnalfiebern vorkommt, ein Zwischenraum von vollkommenem Wohlbefinden (6—12 Monate) vergeht und wieder ein Fieberanfall in Malariaorten und zur Malariazeit auftritt, so können wir nicht unterscheiden, um was es sich handelt. Die Tatsache, dafs klinisch meist eine frische Infektion schwerer ist als ein Rezidiv, ist auch nicht stichhaltig, denn heutzutage herrscht kein Zweifel mehr über die etwaige Schwere und Perniziosität des Rezidivfiebers.

Es bleibt uns noch die Analogie.

Jeder, der Malariakranke behandelt hat, wird darunter einige gehabt haben, die monate-, ja jahrelang rezidiviert haben. Es gibt darunter auch oft solche, die, wenn sie sich einmal infiziert haben, auch wenn sie von da ab immer an gesunden Orten lebten, fortfahren zu rezidivieren. Es wäre notwendig, dafs ähnliche Fälle genau zusammengestellt und veröffentlicht würden, selbstverständlich mit der ständigen Kontrolle des Blutuntersuchens. Diese Arbeit könnten am besten die Ärzte tun, die in einer gesunden Gegend praktizieren, in die die Malariainfizierten zurückkehren oder hingeschickt werden, um gesund zu werden. Auch dies würde nach vielen Beobachtungen dazu beitragen, das noch so unbekannte und interessante Rezidivproblem zu klären.

Bis jetzt kann man sagen, dafs prädisponierende Ursachen der Malariarezidive sein können:

a) Mangelhafte Ernährung, bei der die Schlechtgenährten sich schwer von dem Fieber befreien können. Die Malaria wird bei der armen Bevölkerung in schlechten Erntejahren nach Fortunato eine konstitutionelle Krankheit. Dies kann man in Süditalien leider beobachten, Martirano beschreibt sie in Atella.

b) Angestrengte Arbeit wie z. B. nach der Ernte, nach langen Märschen.

c) Erkältungserreger, wie z. B. in Vigasio, wo man nach stürmischen und regnerischen Tagen immer eine Zunahme der Rezidive beobachten konnte. Aber auch in Atella gab es trotz grofser Trockenheit 1902 viele Rezidive.

d) Andere Krankheitserreger: Caccini hat gefunden, dafs die Einspritzung mit Tuberkulin die seit Monaten latente Malariainfektion wieder aufrührt und neue Anfälle von Malaria hervorruft.

Diese und andere Ursachen, die wir noch nicht kennen, und die noch näher zu erforschen sind, müssen den

3. Verlauf der Malariarezidive

regeln. Ich habe immer geraten, die wirklichen Rezidive von denen zu trennen, die aus diagnostischer oder anamnestischer Ungewifsheit mehr oder minder zweifelhaft sind. Als frische Infektionen betrachteten wir diejenigen der Kinder, die im vergangenen Winter geboren waren, und die von Personen, die immer an gesunden Orten gelebt, oder seit über 2 Jahren nicht am Fieber gelitten hatten. Alle anderen Fälle werden als Rezidive oder als unbestimmt bezeichnet.

Dabei hat sich die Tatsache bestätigt, dafs die leichte Tertiana eine präepidemische Zunahme hat, was unzweifelhaft dazu dient, das alte mit dem neuen Epidemiejahr zu verbinden. Die präepidemische Zunahme der Ästivautumnalrezidive kommt auch aufserhalb Süditaliens vor, wo sie von Martirano und anderen genau beschrieben worden ist. Es kommt aber vor, dafs sie der eigentlichen Epidemie nur wenig vorangeht, und dafs man sie deshalb nicht genau unterscheiden kann. Auf jeden Fall kann der Verlauf dieser Rezidive in einer Kurve dargestellt werden, die vom Juli bis Oktober—November fortwährend steigt und von da ab bis Juni und Juli wieder abfällt. In Süditalien und vielleicht auch im Vicentinischen fängt das Zunehmen der Rezidive früher an, und unterscheidet sich daher genauer von der neuen Epidemie und von resp. Neuinfektionen.

Auch die Quartana hat eine präepidemische Zunahme ihrer hartnäckigen Rezidive. Dafs die leichte Tertiana und Quartana

auch im Herbst noch einmal eine geringe Rezidivzunahme haben, bedarf noch der Bestätigung.

Es ist interessant zu beobachten, wie selbst in den Jahren leichter Malaria die Rezidive fortdauern. In Vigasio (Verona) bestand die Epidemie 1902 nach den genauen Beobachtungen Dr. Polettinis hauptsächlich aus Rezidiven.

Wie ich bereits oben bemerkte, herrschte in Atella im vergangenen Jahre eine wahre Pandemie; trotzdem erkrankten von 59 Kindern, die vom 1. Januar bis 30. November geboren waren, nur neun, sechs im Juli und August, zwei im September, eins im Oktober, während es eine bekannte Tatsache ist, dafs die Malariainfektion der im selben Jahre geborenen Kindern der sicherste Beweis für die Schwere der neuen Epidemie ist. Martirano führt diesen Beweis an, um zu zeigen, dafs in Atella, wo die Epidemie am heftigsten im September wütete (nach der Gesamtzahl der Fieberanfälle zu urteilen), die Verbreitung der frischen Infektion minimal war. Wenn man dieses Faktum zusammen mit der geringen Anzahl der Anopheles besonders in den Wohnungen der Erkrankten und überhaupt in der ganzen Gegend betrachtet, die wenig sumpfig ist, so kann dies als Bestätigung dienen, dafs es sich hauptsächlich um eine Rezidivepidemie handelte, wie in den Vorjahren in Trinitapoli, Cetraro und Brintisi.

Dieses Jahr ist festgestellt worden, dafs die Rezidivepidemien auch in anderen Teilen Italiens aufserhalb Süditalien vorkommen.

4. Anfang und Dauer des Epidemiejahres.

Bei uns kommen ebenfalls wie in Holland, wenn auch ziemlich selten, Malariafälle bei Leuten im Winter vor, die seit über zwei Jahren nicht mehr am Fieber litten. Diese Fälle sind entweder Neuinfektionen durch noch infizierte Stechmücken oder Anfälle nach einer langen Inkubationszeit oder Rezidive nach einem ersten schwachen Anfall, der unbemerkt verlaufen ist.

Auf jeden Fall müssen die seltenen und ausnahmsweise frischen Infektionen des Winters als die

letzten Ausläufer des vergangenen Epidemiejahres betrachtet werden.

Die frischen Infektionen im Frühjahr sind weit interessanter, um den Anfang des Epidemiejahres und die Grenzen zwischen einer und der anderen Epidemie festzustellen.

Dies sind nie Ästivautumnal- oder Quartanafieber, sondern immer leichte Tertianafieber.

Neue Fälle im April und Mai sind überall in Norditalien bis nach Brindisi herunter und in Holland beobachtet worden. Da man aber die Aufsentemperatur zu der Zeit noch für zu niedrig zur Entwicklung der Hämosporidien im Stechmückenmagen hält, und da man annimmt, dafs die Infektion der überwinternden Stechmücken, die sich im Herbst infiziert haben, während des Winters aufhört, so bleibt immer noch der Zweifel, ob die neuen Fälle im Frühjahr nicht doch Rezidive eines im vergangenen Epidemiejahres erworbenen Fiebers sei, das latent und wenig bemerkbar geblieben ist.

Um diese Frage lösen zu können, mufs man genau auf die Fälle frischer Infektionen im Frühjahr bei Kindern achten, die im Januar oder später geboren sind.

Auf einen ähnlichen typischen Fall wurde ich von meiner Frau aufmerksam gemacht, die ihn in einer Kinderpoliklinik beobachtete.

Agnesi Angelina wurde am 20. Februar 1902 geboren.

Ihre Familie wohnt in der Via Flaminie (Malariagegend) und leidet an Fiebern. Sie erkrankte am 20. März an Fieber (täglich) und Magen- und Darmkatarrh. Da sie auf letztere Krankheit nur mit wenig Erfolg behandelt wurde und das Kind aufserdem sehr anämisch war, stieg in meiner Frau der Verdacht auf, es könne sich um Malaria handeln. Die Blutuntersuchung ergab am 24. März leichte Tertianaparasiten (Schizonten und Gameten).

Es handelte sich also um einen unzweifelhaften Fall leichter Tertiana im März.

Es wäre interessant zu sehen, ob auch wo anders diese Fälle von frischen Infektionen bei Kindern vorkommen, die leicht unter der Diagnose Magen- und Darmkatarrh verborgen bleiben.

Auf jeden Fall ist es unzweifelhaft, dafs die leichte Tertianaepidemie im Frühjahr beginnt.

In Oberitalien kann die Malaria der Reisarbeiter ebenfalls als solche betrachtet werden.

Diese ermüdende und anstrengende Arbeit wird meistenteils von Bauern ausgeführt, die aus gesunden, entfernten Ortschaften kommen.

Sie dauert 40—50 Tage und endet gewöhnlich am Johannistag am 24. Juni, wenn der Sommer anfangt.

Dr. Locatelli hat die Leute genau beobachtet, die dies Jahr (1902) im Mai und Juni von Stradella aus (gesunder hochgelegener Ort) in die Reisfelder Lomellinas heruntergezogen sind, in einem leichten Malariajahr. 26 mufsten mit Arbeiten aufhören und wieder nach Hause gehen, nach Bericht der dortigen Ärzte fieberhalbers.

63 andere konnte Dr. Locatelli nach ihrer Rückkehr nach Stradella genau beobachten. 18 litten seit dem Vorjahr an Malaria und waren wieder während der Arbeit krank geworden, 45 hatten sich frisch infiziert, also nicht weniger als 71 %. Die Zahl ist sehr hoch, wenn man die Jahreszeit und den Ort in Berechnung zieht, wo sie sich die Fieber geholt haben.

Von 22 Blutuntersuchungen wurden 19 leichte Tertiana- und drei schwere Tertianafälle festgestellt; letztere hatten sich gewifs anfangs Sommer infiziert.

Unter den Reisarbeitern Stradellas ist also eine Frühjahrsepidemie ausgebrochen, die hauptsächlich aus leichten Tertianafällen bestand.

Es wäre sehr interessant, diese Epidemie der Reisarbeiter noch näher zu studieren.

5. Verlauf der Malariaepidemie und der einzelnen Epidemien des Ästivautumnal-, leichten Tertiana- und Quartanafiebers.

Die verschiedenen Epidemietypen, die ich aufgestellt hatte, konnten die Untersuchungen 1902 nur bestätigen, wir haben also drei Epidemietypen: Nordeuropa, Norditalien, Süditalien. Man kann sie genau unterscheiden, wenn man alle Fälle Rezidive und frische Infektionen zusammenrechnet.

Wenn man aber Jahr für Jahr die frischen Infektionen getrennt rechnet, so kann man beobachten, dafs die drei Epidemien leichte Tertiana, schwere Tertiana und Quartana in den verschiedenen Teilen Italiens nicht unähnlich sind.

Die leichte Tertiana fängt immer zuerst im Frühjahr an und erreicht zuerst ihren Höhepunkt, dies konnte man sowohl

in Norditalien wie auch in der Provinz Caserta und Brindisi beobachten, a potiori kann man sie also eine Frühjahrsepidemie bezeichnen.

Die schwere Tertiana und die eigentlichen Quotidianfieber (sehr selten) sind eine wirkliche Ästivautumnalepidemie.

Die Quartana ist hauptsächlich eine Herbstepidemie.

6. Leben der Stechmücken im Zusammenhang mit der Malariaepidemie.

Es hat sich bestätigt, dafs im allgemeinen die Ausdehnung der Sümpfe und der Anophelismus nicht im Verhältnis zu der Ausdehnung und Schwere der Malariaepidemie steht wie z. B. im Tale des Volturnos.

In Basilicata, Atella und in Sizilien hingegen herrscht viel und schwere Malaria an Orten, wo es nur kleine Sümpfe gibt, die sich manchmal nur auf Flufsbetten beschränken mit resp. wenigen Anopheles.

In Brindisi waren im vergangenen Jahre der grofsen Trockenheit wegen wenig Stechmücken, trotzdem gab es ebensoviel frische Infektionen, wie im Jahr vorher, wo die ausgedehnten Sümpfe nicht eintrockneten und daher Ursache vieler Stechmücken waren.

Galli Valerio beobachtete in der Lombardei (Arno) einen Sumpf und Anophelesherd mit weniger nur nach langen Zwischenräumen vorkommender Malaria.

Im Modenesischen herrschten in vergangenen Zeiten Perniciosafieber, heutzutage sind die Ästivautumnalfieber so leicht, dafs die Befallenen manchmal noch nicht einmal mit Arbeiten aufhören. Man sieht aufserdem, dafs die Malariaherde sich ganz genau lokalisieren. Z. B. Villa Mazaglia gegenüber, wo in den vergangenen Jahren viel Malariafälle vorkamen, liegt das Dorf Rubiera im Secchiatal, in dem wenige oder gar keine Fälle vorkamen, obgleich die lokalen Verhältnisse derart waren, dafs die Malaria leicht hätte übertragen werden können.

Genaue historische Studien Dr. Ghigi's haben bewiesen, dafs Paludismus ohne Malaria schon von Strabo

hervorgehoben worden ist: Dieser spricht bereits seine Verwunderung darüber aus, dafs es in Ravenna kein Fieber gibt, obgleich die Sümpfe von Süfswasser wären und das Meerwasser (das wie wir heute wissen laviert ist) nur im geringen Mafse eindränge. Der Paludismus ohne Malaria mufs die ganze Zeit über gedauert haben, als Ravenna die Hauptstadt des römischen Kaiserreiches und unter Theodorich des italienischen Reiches gewesen ist. In den darauffolgenden Jahrhunderten war der Paludismus von pestililenzieller Malaria[1]) begleitet, was bis zum 16. Jahrhundert angehalten haben mufs, wo Clemens VII. es zur Sträflingskolonie auswählte. Bis zur ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts dauerte sie dann fort, wo Perniciose und Sumpfkachexie sehr häufig waren. Heutzutage hingegen, trotz vieler Sümpfe und verschiedener Reisfelder, ist die Malaria leicht und selten.

Bis jetzt können wir behaupten, dafs Anophelismus ohne Malaria ein nicht andauernder Zustand sein kann.

Pasquini hat in den letzten 3 Jahren 1900—1901—1902 eine fortwährende Zunahme der auftretenden Malaria Valdichianas beobachten können. Sie schien seit 1830 nach den vielen Assanierungsarbeiten, trotzdem viele Sümpfe übrig geblieben waren, erloschen.

Das genaue Studium ähnlicher epidemiologischer Tatsachen kann man leicht auf den Zusammenhang zwischen Malaria und Stechmücken weisen.

7. Zusammenhang zwischen der Hämosperideninfektion der Anopheles und der Malariaepidemie.

1902 war die Infektion der Anopheles ausnahmsweise schwach, z. B. fand man in Vico di Pantano nur drei Infizierte auf 630 Untersuchte.

Nach Labranca waren die frischen Infektionen ebenso selten. Woher kamen nur so wenig frische Infektionen vor, trotz der

1) Nach Fortunato starb Dante in der Nacht vom 13. bis 14. September 1321 an Perniciosa, die er sich in dem Comacchiotal geholt hatte, als er aus Venedig zurückkehrte, wo er im Auftrage des Grafen Guido Novello da Polenta gewesen war.

vielen Rezidive von 1901 und der vielen Stechmücken an manchen Orten? In Vico Pantano kamen nur 10 % im Verhältnis zu den 90 % Rezidiven vor.

Erwähnt sei noch, dafs ebenso wie Gameten auch Stechmücken vorhanden waren, auch die Temperatur im Sommer und einen guten Teil des Herbstes günstig war.

Um die Malariaepidemiologie zu erklären, drängt sich uns immer mehr die Hypothese auf, dafs die Stechmücken wie die Menschen gegen die Malariaparasiten eine natürliche oder erworbene, eine absolute oder relative, eine andauernde oder zeitweise Immunität besitzen können.

Ich habe bereits erwähnt, dafs aus unbekannten Gründen die Virulenz der Parasiten der schweren Malaria sich ändern kann. Können vielleicht die Stechmücken selbst auf sie eine abschwächende Kraft ausüben?

Man kann auf alle diese Hypothesen kommen, wenn man bedenkt, wieviel biologische Probleme noch neben den epidemiologischen zu lösen sind, um die einmal leichte, einmal schwere Malariaepidemie, die jährlichen periodischen Schwankungen, die Abnahme und das plötzliche Verschwinden der Malaria zu erklären.

Auch die Lebensgewohnheiten der Stechmücken müssen noch näher daraufhin untersucht werden, warum sie manchmal die Menschen, manchmal Tiere lieber stechen.

Dr. Schoo bestätigt, dafs die Hämosporideninfektion der Stechmücken am Ende des Epidemiejahres im Winter erlischt, so dafs man im April und Mai keine Anphicuten mehr im Magen, und keine Spermatozoiden mehr in den Speicheldrüsen findet. Die Rezidive wären also das einzige Bindeglied zwischen dem einen und anderen Epidemiejahr. Aber wie könnte man die unzweifelhaft frischen Infektionen anfangs Frühjahr (März, April) erklären, wenn man nicht annähme, dafs einige von den im Herbst infizierten Stechmücken noch im März oder wenigstens während des Winters die Infektion behalten und übertragen könnten?

8. Landwirtschaft und Malaria.

Hauptsächlich haben wir uns mit dem Zusammenhang zwischen Reisfeldern und Malaria beschäftigt. Im Novaresischen und Biellesischen trifft die rasche und schwere Malariaverbreitung mit der vor 10 Jahren stattgefundenen Eröffnung neuer Irrigationskanäle und Reisfelder überein.

Wie dies bei allen Infektionen vorkommt, die bis dahin immune Ortschaften befällt, trat die Epidemie mit solcher Heftigkeit in den Jahren 1899—1901 auf (Perniciosafälle), dafs man in einigen Gemeinden die Reisfelder abschaffen mufste. Auch im Modenesischen und besonders in der Nähe Carpis ist die Malaria seit 1898 wieder aufgetaucht, gleichzeitig mit der Anlage von Reisfeldern; sobald diese ausgedehnt werden, nimmt sie fortschreitend zu.

Dieselbe Malariazunahme mufs auch in Lomellina eingetreten sein, als neue Reisfelder angelegt worden sind, trotzdem sie auch dort mehr ausgedehnt wurden, nahm die schwere, ausgebreitete Malaria ab und wurde immer schwächer und seltener.

Dieses steht im Gegensatz zu dem, was im Niederveronesischen vorgekommen ist. Die Reisfelder wurden nach Polettini, in vergangenen Zeiten angelegt, die neuesten z. B. in Vigasio bestehen seit 1672, trotzdem ist die Malaria immer gleich verbreitet. Hier sind aber nicht nur die Reisfelder, sondern auch andere Sümpfe Malariaherde. Auf jeden Fall ist der Zusammenhang zwischen Reisfeldern und Malaria nicht immer und überall derselbe. In gewifsen Orten (Lomellina, Ravennate), nahm die Malaria trotz der Reisfelder allmählich ab, in anderen Orten hingegen nicht (Verona). Auf jeden Fall verhindert uns die Tatsache, dafs in Oberitalien und z. T. in Mittelitalien (Ostküste, Provinz Lucca) trotz Reisfelder nur eine schwache und leichte Malaria herrscht, überall auf Abschaffung der Reiskultur dringen zu wollen, die doch so einträglich ist und viel Arbeitskräfte erfordert.

Ohne Zweifel hat die Abschaffung der Reisfelder im Parmesischen eine erhebliche und unzweifelhafte Abnahme der

Malaria zur Folge gehabt. Die Reiskultur konnte dort aber durch intensive Trockenkultur ersetzt werden. Gasso Padovano besafs vor 10 Jahren viele Reisfelder und war einer der gefürchtetsten Malariaherde, heutzutage, nachdem die Reisfelder abgeschafft worden sind, ist es, nach Peserio, einer der gesündesten Orte. Andere ähnliche Beispiele könnte ich anführen.

Anderseits steht aber fest, dafs trotz Reisfelder die Malaria abnehmen und beinahe verschwinden kann wie im Lucchesischen; und dafs ebenfalls die periodischen Schwankungen nicht von ihnen beeinflufst werden.

Deshalb müssen wir uns, wenn möglich, der Anlage neuer Reisfelder widersetzen, die immer von sehr ausgedehnter und schwerer Malaria begleitet ist. Aufserdem müssen wir aber den Zusammenhang zwischen Malaria und Reisfeldern noch gründlicher studieren, um zu sehen, ob und wie es möglich ist, bei der einträglichen Kultur eine Abschwächung und endlich das Verschwinden der Malaria erreichen zu können.

Bis dahin können und müssen wir die praktischsten und wirksamsten prophylaktischen Mafsregeln anwenden lassen.

Galli Valerio hat bestätigt, dafs auch Flachs und Hanf der Alpen (Veltlin) während ihrer Maseration larvicide Kraft besitzen. Nur wenn die Rottergruben so eingerichtet sind, dafs die Gärungsprodukte sich nicht umbilden können, weil sie sich mit fliefsendem Wasser vermischen, sind sie nicht unbedingt das Grab der Anopheleslarven. Zur Zeit der Maceration ist der reichliche Wasserwechsel der Malariaverbreitung der Stechmücken wegen eher schädlich als günstig.

Die wasserreiche Kultur der Orangen und Zitronen, wie sie in Sizilien Usus ist, scheinen an und für sich nicht Malariaherde zu sein, wie aus den Untersuchungen Paladino-Blandinis hervorgeht. Die fliegenden Stechmücken können sich in den Orangen- und Zitronenhainen nicht ordentlich verbreiten.

Um zu erklären, warum die Intensivkultur so viel dazu beiträgt die Malaria aus einer Ortschaft zu vertreiben, hat man daran gedacht, dafs dies das Verdienst der Haustiere sei, dafs die Stechmücken sich lieber in den Ställen als in den Häusern aufhalten.[1]) Ich kenne aber Orte mit schwerer Malaria (in Atella), wo Menschen und Vieh zusammenleben. Im Veronesischen gibt es ebenfalls Dörfer mit schwerer Malaria, desgleichen ebenfalls mit leichter Malaria; an den Toren Mantuas ist die Malaria leicht, in der Stadt selbst ist und bleibt sie immer schwer.

Es ist festgestellt worden, dafs wenn Kanäle und Gräben oft gereinigt werden, oder an ihrer Oberfläche gewisse Sumpfpflanzen wie Lemna palustris und Azolla caroliniana wachsen, die das Wasser vollkommen bedecken, die Stechmückenlarven schwer leben können.

Das Reinigen der Kanäle kann im hohen Mafse dazu beitragen einen Ort von Anopheles und in einem gewissen Grade von Malaria zu befreien, wenn er bereits vorher hydraulisch und landwirtschaftlich assaniert ist. Anderseits kann das Vernachlässigen dieser Arbeiten auch die beste Assanierung null und nichtig machen.

9. Andere prädisponierende oder nichtprädisponierende Malariaursachen.

Die natürliche Immunität ist so selten, dafs niemand oder fast niemand in Gegenden schwerer Malaria davon früh oder später verschont bleibt.

Hauptsächlich die Kinder haben unter der Malaria zu leiden: z. B. waren von den 165 in Atella am Fieber erkrankten 114 Kinder unter 10 Jahren, 50% von 2—5 Jahren und nur 45% waren über 10 Jahr alt. Perniciosa kommt häufiger als man glaubt bei Kindern vor, da sie sich unter Verdauungs- und nervösen Störungen verbirgt. So unkenntlich ist sie weitaus gefährlicher.

Der Zusammenhang zwischen Malaria und Temperatur mufs auch noch genauer untersucht werden. Bei Schwan-

1) V. Bonsewizi, Malaria ed animali domestici (Mailand 1903).

kungen der Temperatur muss mit den drei verschiedenen Epidemien leichter und schwerer Tertiana und Quartana getrennt verglichen werden.

In Holland war 1902 die Minimaltemperatur pro Tag nur 21 Tage lang über 16° und die Maximaltemperatur überstieg die 20° nur 9 Tage lang. Trotzdem war die Epidemie weit verbreiteter als im Vorjahr, wo es viel wärmer war.

Da bei uns auch die erste Fieberart im Frühjahr die leichte Tertiana ist (die einzige die in Holland vorkommt), ist man versucht anzunehmen, dafs die betreffenden Hämosperiden sich bei einer Temperatur unter 16° (die man bis jetzt als Minimaltemperatur zur Entwicklung ansah) entwickeln können, wenn sie auch vielleicht zu ihrer Reife mehr Zeit verbrauchen.. Neue experimentelle Untersuchungen müssen darüber noch ausgearbeitet werden.

Im vergangenen Jahr fing bei uns die heifse Zeit einen Monat später an und überall konnte man eine Verspätung im Anfang der Malariaepidemie beobachten, die für die schwere Tertiana am ausgesprochensten war.

Ein genaues Studium des Zusammenhangs zwischen Meteorologie und Malaria kann man erst nach mehreren Jahren genauer Beobachtungen machen, wenn mit grofser Gewissenhaftigkeit die frischen Infektionen stets von den zweifelhaften Fällen oder Rezidiven der drei bekannten Fieberarten getrennt werden. 1902 fiel immer mehr der Zusammenhang zwischen Malaria und sozialen Verhältnissen ins Auge. Überall waren die armen Tagelöhner die am meisten Befallenen; der mangelhaften Pflege und Ernährung wegen dauerte die Infektion weit länger. Das bekannte Sprichwort: la malaria sta nella pentola ist in dem Sinne wahr, dafs zwar die Reichen, Wohlgenährten der Ansteckung, wenn sie sich ihr aussetzen, nicht entgehen, aber durch Pflege und gute Ernährung sich nachher wieder von ihr befreien können, und nie jene furchtbare Wirkung empfinden, die zur Kachexie führt.

Die landwirtschaftlichen Arbeiten prädisponieren augenscheinlich sowohl zu den frischen Infektionen, wie zu den Rezidiven. In den Reisfeldern sind die meisten Malariafälle

zur Zeit der gröfsten Arbeit, im Mai und Juni und im August und September.

Manchmal sind mehr als Waizenernte und Dreschen, die Maisernte und besonders die Nachtarbeit dabei an Zunahme der Fieberfälle schuld. In Vico di Pantano ist die hauptsächlichste Epidemie im Herbst zur Melonenernte.

Die wichtigsten epidemiologischen Probleme, die wir durchaus noch näher studieren müssen sind:

1. Die Rezidive, die sie begünstigenden Ursachen und die Diagnose der latenten Malaria.
2. Paludismus und Anophelismus im Zusammenhang mit dem Erlöschen der Abnahme und der Zunahme, also mit den autoktischen Schwankungen der Malariaepidemie und den verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen, hauptsächlich der Reiskultur.
3. Das Verhältnis der Malaria zur Meteorologie, hauptsächlich zwischen Temperatur und Entwicklung der verschiedenen Hämosperiden im Stechmückenmagen und zwischen Temperatur und dem Verlauf der einzelnen Epidemien der leichten Tertiana, Quartana und schweren Tertiana.

Zweiter Teil.

Malariaprophylaxis.

1902 verfolgten wir wie 1901 keinen andern Zweck, als die vielen von mir und anderen vorgeschlagenen und seit 1889 gebrauchten Mittel ohne irgendwelches Vorurteil wieder und wieder auszuprobieren; hauptsächlich waren dies die Behandlung der Rezidive, die medikamentöse und mechanische Prophylaxis.

Vom neuen ätiologischen Standpunkte aus wurden aufserdem einige grofse hydraulische Assanierungsarbeiten durchgesehen und ausgearbeitet.

Ich will hier kurz über die Resultate unserer Studien berichten.

A) Radikalkur der Recidive.

Noch einmal ist uns von allen Seiten bestätigt worden, wie schwer die vollkommene und dauernde Blutdesinfektion bei Malariainfektion, besonders bei gewissen Rezidivfällen ist.

Trotzdem wurde, wie ich in meinem vergangenen Bericht vorschlug wie 1902 die Rezedive in der präepidemischen Zeit mit der nötigen Kontrolle behandelt, um noch einmal genau zu ermessen, ob und wieviel wirklicher Nutzen daraus hervorgeht, das heifst wie sie die darauffolgende Epidemie beeinflufst.

Es wurden ohne Vorurteil die besten Heilmittel gebraucht, von den Chininsalzen in den verschiedenen Formen angefangen, wie Tabletten, Kapseln, Pillen, Pulvern und Lösungen.

Obgleich Chinin (bisulphuricum, muriaticum, bimuriaticum) als Tabletten bereits überall Anerkennung gefunden hat und bevorzugt wird, werden trotzdem noch experimentelle Untersuchungen damit angestellt, um den Absorptionsgrad des Alkaloids und die Form und die Art, wie dies geschieht, festzustellen.

Gualdi, der im Krankenhaus Santo Spirito reichlich Tabletten gebraucht hatte, hatte bereits beobachtet, dafs die physiologische Wirkung des Chinins (Ohrensausen usw.) regelmäfsig eintrat, und dafs der Stuhl der Kranken niemals unverdaut gebliebene Teile der Tabletten enthielt. Aber es war notwendig, experimentell die Absonderung des Alkaloids durch den Urin zu kontrollieren.

Prof. Jacoangeli schliefst aus dem genauen Studium dreier Fälle, dafs die Absorption des Alkaloids, das pro os in Form von bisolph. in Tabletten eingeführt wird, in bezug auf Schnelligkeit und Intensität keinen Unterschied im Vergleich zu den gewöhnlichen Einnehmearten (Pulver und Lösungen) darbietet.

Dr. Mariani hat aufserdem im Krankenhause San Giovanni ein noch genaueres Studium über die Absorption des Chinins angestellt. Unter anderm hat er beweisen können, dafs Chinin triidicum, das im Wasser beinahe unlöslich ist, in 24 Stunden ebensogut absorbiert wird als die löslichste Chininform; letzteres wird auch in Tabletten vollkommen absorbiert. Voller Magen und Fieber ohne Magen- und Darmbeschwerden haben keinen Einflufs auf die Absorption. Die täglichen Chinindosen, unter welcher Form es auch immer sei, bewirken eine Anhäufung von Alkaloiden im Blute und vermeiden die Chinismusphänomene, statt deren Ursache zu sein. Mit dem täglichen Einnehmen von kleinen Chinindosen kann man die beste medikamentöse Wirkung gegen Malaria erhalten.

Die oben genannten Tabletten, mit einer Zuckerschicht bedeckt, sind sehr bequem, da selbst Frauen und Kinder sie ohne Ekel vor dem bitteren Geschmack leicht hinunterschlucken können. Man kann sie auf dem Lande besonders gut gebrauchen, da sie sich gut transportieren und aufheben lassen. Man kann die Behandlung mit grofser Genauigkeit regulieren. Wenn man sie verschieden färben läfst, kann man, wenn man mit der Farbe wechselt, selbst die Widerspenstigsten dazu veranlassen, sie zu nehmen, die, wenn die Fieberanfälle vorüber sind, es nicht mehr zu nehmen für nötig finden. Ebenfalls nützlich und praktisch sind die Kapseln, die Professor

Gosio in Grosseto anwandte. Seitdem aber der Staat die Chinintabletten zubereitet, sind diese entschieden billiger, und der Geschmack ersterer ist nicht so angenehm wie bei der Zuckerschicht. Dasselbe gilt von den sich im Handel befindlichen Pillen.

Wir wechselten mit der Art der Chininsalze, die Tabletten waren von Chinin bisolph. mur.; die Kapseln waren mit Chinin solph. gefüllt. Giorgi und Pagano haben beobachtet, dafs das rohe Chinin solph. klinisch ebensogut gegen die Malariaanfälle ist. Wenn sich dies bestätigen würde, würde die Behandlung der Malariakranken weit weniger kostspielig sein.

Von den sogen. rekonstruierenden Mitteln gebrauchten wir hie und da Arsenik und Eisen in Pillen, Tropfen oder natürlichen Wässern, entweder gleichzeitig mit dem Chinin oder getrennt, entweder am selben Tage oder in den dazwischenliegenden Tagen.

Wir gebrauchten nur Chinin im Vicentinischen, Mantuanischen, Grossetanischen und in der römischen Campagna.

In Lerino (Vicenza) war die tägliche durchschnittliche Dosis 1—150 g pro Tag nach Heilung der Fieberanfälle; bei der leichten Tertiana wurde die Kur 10 Tage fortgesetzt, dann 10 Tage aufgehört und wieder 5 Tage weitergeführt; bei der schweren Tertiana statt 5 10 Tage.

Trotzdem rezidivierten von 266 Kranken 31 (11 %). Im Mantuanischen und besonders in der Stadt Mantua hatte die Provinzialverwaltung gratis reichlich Chinin durch die Armenärzte austeilen lassen nur für die Erwachsenen, (Euchinin für die Kinder), um eine präepidemische menschliche Assanierung vorzunehmen. Trotzdem nahm die leichte Tertiana, die wegen ihrer häufigen präepidemischen Recidive am meisten behandelt wurde, nicht ab, hingegen hatte 1903 die schwere Tertiana abgenommen, deren präepidemischen seltenen Rezidive weniger behandelt worden waren, dieselbe Abnahme konnte man aber auch anderswo ohne irgendwelche Präventivbehandlung bei Ausbruch der Epidemie beobachten, da es ein leichtes Malariajahr war.

Im Grossetanischen wandten die Dr. Pasquini und Giorgi unter Prof. Gosios Leitung 2 g Chinin sulphur. in Kapseln bei den Erwachsenen, 2 g Euchinin bei Kindern pro Woche, 1 g jeden Abend Sonnabends und Sonntags vom Mai bis Ende September an. 100 Recidivkranken liefsen sie in der präepidemischen Zeit eine intensive Chininkur 14 Tage lang gebrauchen, der eine wöchentliche prophylaktische Behandlung während der ganzen Dauer der Epidemie folgte.

Während sie 74,01 Rezidive bei denjenigen Kranken hatten, die nur mit 1—2—3 Chinindosen während der Fieberanfälle behandelt worden waren, wie dies viele Ärzte noch heutzutage tun, hatten sie bei oben erwähnter wöchentlicher Behandlung nur 7,31 % Rezidive.

Interessant war es, dafs in Val di Chiana (Pasquini) trotz der eifrigsten Behandlung und Beobachtung Fall für Fall der weniger sporadischen Fälle (einige zehn 1900 und ebenfalls 1901) eine wenn auch leichte Zunahme der Malaria zu beobachten war.

Auch Dr. Schoo in Holland fand, dafs die präepidemische Chininbehandlung praktisch nicht den Erfolg hat, den man glaubte und hoffte.

Behandlungen mit Chinin und rekonstruierenden Mitteln wurden im Veronesischen bei Malariarezidiven vorgenommen.

In Vigasio wurde nur Euchinin bei Kindern angewendet und ein natürliches eisen-arsenhaltiges Wasser. 8 Wochen lang wurde Chinin gegeben, im ganzen 25—30 g pro Person, den Kindern die Hälfte. 123 Personen nahmen 55 Tage lang täglich Chinin und gleichzeitig das oben erwähnte Wasser, trotzdem rezidivierten 31 (25%), 283 gebrauchten eine Woche die Chinin-, die andern die Eisen-Arsenkur, von diesen rezidivierten 77 (26%). Im ganzen rezidivierten von 406 Individuen 108. Von 69 konnte man sagen, dafs sie die Kur nicht sehr regelmäfsig gebraucht hatten, 39 hingegen hatten sie regelmäfsig gebraucht. Jedes der hartnäckigen Rezidive wurde noch 7—8 Wochen hindurch behandelt, trotzdem rezidivierten noch drei Ästivautumnal- und vier Quartanafälle. In dem Orte, wo die Bevölkerung so energisch in der präepidemischen Zeit behandelt wurde, kamen 7,73% frische Infektionen vor, in der zur Kontrolle dienenden 11,35%, eine minimale Differenz, wenn man auch die schwache Epidemie in den angrenzenden Gemeinden bedenkt.

Nicht einmal mit Chinin, Eisen- und Arsenikpillen gelingt es immer alle Malariafälle radikal auszuheilen.

In Isola della Scala z. B. recidivierten von 130 Individuen, die in der präepidemischen Zeit genau nach den Vorschriften behandelt wurden, die gewisse Pillen mit Chinin-Eisenarsenik und bitteren Substanzen begleiten, 31 (23%) und wenige rezidivierten sogar verschiedene Male trotz wiederholter Behandlung. Von 88 Individuen, die ganz bestimmt bei Beginn der Behandlung, 10. März 1902, malariakrank waren, rezidivierten 31 (35%). Auch in Mozzecane konnte man, wie überall, hartnäckige Rezidive, besonders das Ästivautumnalfieber, beobachten.

Von 40 Individuen, die 1901 die obengenannten Pillen gebrauchten, recidivierten 12 während der Behandlung und 8 noch im Frühjahr 1902.

Die Rezidive nach mehr oder minder langen Zwischenräumen können trotz der besten Behandlung mit Chinin und andern Substanzen, die lange Zeit in der präepidemischen Zeit und während der ganzen Fieberzeit fortgesetzt wird, nicht abgeschnitten werden.

Man füge noch die Schwierigkeit hinzu, auf dem Lande bei einer wenig fürsorglichen und apathischen Bevölkerung, eine präepidemische Intensivkur durchzuführen, und man füge die relativ grofse Ausgabe für Chinin hinzu, man braucht pro Person,

ehe die Fieberzeit anfängt, 25—40 g. Mit ebensoviel kann man, wie ich später beweisen werde, eine prophylaktische Kur während der ganzen Dauer der Epidemie gebrauchen.

Ich schlage deshalb für das Jahr 1903 vor, die präepidemische Behandlung nur auf die Fiebernden zu erstrecken. Hingegen aber diejenigen, die sich infizieren könnten, täglich oder wöchentlich Chinin einnehmen zu lassen, entweder während der ganzen Fieberzeit (ansäfsige Bevölkerung) oder während der ganzen Arbeitszeit in Malariaorten und -Monaten (wandernde Bevölkerung). Aufser die Gesunden zu schützen, fängt man auf diese Art auch an, die hartnäckige Fieberrezidive zu bessern, der Prozentsatz der Rezidive wird bei dem Chiningebrauch geringer, und nur wenige Recidive bleiben noch mit einer energischeren Chininkur zu heilen. Es ist aufserdem zu bemerken, dafs die Rezidive bei der Präventivchininkur kurze und nicht schwere Anfälle sind, die für gewöhnlich aufhören, wenn man die tägliche Chinindosis etwas erhöht und dann mit der prophylaktischen Kur weiter fortfährt.

Es ist also nicht wahr, dafs der Präventivgebrauch kleiner Chinindosen den Organismus so daran gewöhnt, dafs die gröfseren kurativen Dosen keine kurative Wirkung mehr haben.

Um so viel als möglich die Rezidive zu vermeiden, ist es sehr angebracht, die frischen Infektionen sofort ausgiebig zu chinizieren.

In Vigasio wurden die Fieberkranken noch 8 Wochen nach der Heilung der ersten Fieberanfälle behandelt; von 178 frischen Infektionen rezidivierten nur 12, von denen 8 Quartanafälle die notorisch die hartnäckigsten sind.

Auf die oben angegebene Art kann man hoffen, dafs die Rezidive, die ein Epidemiejahr aufs andere vererbt, nach und nach aufhören.

Gibt es kein besseres Heilmittel als Chinin zur Radikalkur der Malariainfektion?

Der Industrialismus hat nur neue Namen finden können, um Chinin dahinter zu verbergen, und es teurer zu verkaufen.

All die berühmten antimalarischen Mittel sind, wenn sie überhaupt etwas wert sind, es nur des Chinins wegen, das sie enthalten.

Alle Mixturen, Pillen aus Chinin, Arsen und Eisen, sind weit davon entfernt, unfehlbare Mittel gegen Malaria zu sein, nur Charlatane können sie als solche ausschreien. Sie wirken auch nur, wenn sie wirken, des Chinins wegen, das sie enthalten.

Die wahre Kur bei der postmalarischen Anämie ist auch die Chininkur. Wie oft sieht man nicht nur durch Chinin die Malariaanämien heilen? Hingegen sieht man oft, dafs Eisen und Arsen bei den Anämien, deren Grund wir nicht kennen und deshalb auch nicht eingreifen können, wenig helfen.

Wir können jeden Tag beobachten, dafs die sehr heruntergekommenen Malariakranken trotz Eisen-Arsen- und Chininkur sich schwer erholen.

Sobald die Ursache, die die roten Blutkörperchen zerstört, beseitigt ist, sorgen die physiologischen Kräfte des Organismus selbst für eine rasche Wiederherstellung des Blutes. Eine gute Ernährung ist dann mehr wert wie alles andere.

Ich habe bereits erwähnt, und hier ist es am Platze zu wiederholen, dafs eine tatsächliche Ursache der hartnäckigen Rezidive die mangelhafte und elende Ernährung ist.

Da wir Ärzte weder diese noch andere Arten des Elends bekämpfen können, müssen wir mangels an etwas besserem in den Malariafällen mit hartnäckiger Anämie zusammen mit Chinin, Eisen und Arsen gehen, wie dies zuerst Bacelli vorschlug. Man mufs in jedem einzelnen Falle die billigsten und besten Eisen-Arsenikpräparate wählen (Pillen, Mineralwasser), die im Handel sind. Ich ziehe es vor, beides getrennt zu geben, andere ziehen diese oder jene Pillen und Mixturen vor. Wir machen uns aber über die Wirkung dieser konstruierenden Mittel keine übermäfsigen Illusionen, um nicht etwa gar die Übertreibungen Bondins zu wiederholen, dafs Arsen[1]) z. B. als ein Spezifikum gegen Malaria anzusehen sei.

1) Arsen ist nicht einmal gegen andere Protozoeninfektionen wirksam (Trypanosomen).

Man mufs sich sehr in acht nehmen darauf zu bestehen, alle akuten und chronischen Malariakranken mit demselben Rezept zu behandeln.

Bei der akuten Malariainfektion kann man oft nicht genug Chinin geben, um rechtzeitig eine Perniciosa zu verhindern. Die Anämie ist noch gar nicht ausgesprochen, die Behandlung mit rekonstruierenden Mitteln also nicht am Platze.

Bei den Malariarezidiven können wir dieselben neben dem Chinin hingegen geben. Der behandelnde Arzt mufs in jedem Fall selbst die Kur angeben.

Gewifs ist, dafs wir bei der Bekämpfung der Malaria ein einziges Mittel nicht entbehren können, und das ist das Chinin. Ohne Eisen und Arsen hat man bei uns und anderswo sehr energisch die Malaria bekämpfen können. Auch um die Rezidive zu vermindern, mufs man Chinin und immer wieder Chinin so rasch und solange als möglich geben. Um dies zu ermöglichen, kommt der Mitridatismus hinzu, der einer der Vorzüge dieses ausgezeichneten Heilmittels ist.

Dieser Mitridatismus ist vollkommen, da er rasch eintritt. Ohne irgendwelche Beschwerden kann man den Gebrauch des Chinins auf lange Zeit ausdehnen und ihn, wenn man will, unterbrechen. Der Organismus gewöhnt sich trotzdem aber nicht derart an den Gebrauch der kleinen Dosen, dafs er die kurative Wirkung der höheren Dosen beeinträchtigt.

Arsen bildet im Organismus eine Ansammlung, die zur Intoleranz führt, wie man dies häufig im Sommer bei den Arsenikkuren beobachten kann.

Diese beiden Mittel, die so verschiedene Wirkung haben, immer bei akuter und chronischer Malariainfektion zusammen zu gebrauchen widerspricht der ärztlichen Erfahrung und automatisiert und verallgemeinert die ärztliche Kunst, die nie vorsichtig und individuell genug sein kann.

Die Schlufsfolgerung ist also: das wirksamste Mittel zu einer Radikalkur bei Malariarezidiven ist immer Chinin: Das Geheimnis, die Fieber zu bekämpfen, ist, Chinin lange Zeit, auch wenn die Anfälle vorüber

sind, zu geben, indem man den Mitridatismus ausnutzt, den es hervorruft. Eine gute Ernährung würde neben dem Chinin besser nutzen als die gewöhnlichen rekonstruierenden Mittel. Letztere kann der Arzt nach eigenem Gutdünken, mangels an etwas besserem geben; am besten billige Präparate, getrennt von Chinin.

Er darf aber nicht zu viel Hoffnung auf ihre Wirksamkeit bei der Anämie setzen, die am besten dadurch beseitigt wird, dafs ihre Ursache beseitigt wird, und dies kann man nur mittels des Chinins.

B) Medikamentöse Prophylaxis.

1. Prophylaxis mit Chininsalzen: Nach den guten Resultaten, die wir im vergangenen Jahre überall da hatten, wo wir sie anwandten und dieses Jahr beim Gebrauch von verzuckerten Chinintabletten, verschwanden viele Schwierigkeiten, die das Verbreiten dieser Prophylaxis beeinträchtigte.

Es herrscht eine grofse Nachfrage nach den verzuckerten Tabletten, die selbst von den Gesunden regelmäfsig genommen werden, da sie ohne den bitteren Beigeschmack Appetit, Kraft und Wohlbefinden hervorrufen.

Trotzdem ist es aus hygienisch-pädagogischen Rücksichten besser, das erste Jahr nur einen Teil der Bevölkerung mit dem Chinin als Präventivmittel zu behandeln und den andern zur Kontrolle zu lassen. Im folgenden Jahr haben die Tatsachen bereits jedes Mifstrauen und Vorurteil beseitigt und die Prophylaxis wird eine Basis im Volksvertrauen haben.

Um die nötige minimalprophylaktische Dosis besser abmessen zu können, werden Tabletten zu 20—15 cg angewandt. Wir liefsen gewöhnlich eine fortgesetzte Kur gebrauchen, ein oder zweimal täglich, je nachdem wir ein oder zwei Chinintabletten gaben: zwei Erwachsenen und eine Kindern.

Es ist bemerkenswert, dafs nach den 4—5 Tagen, in denen das Chinin nicht verdaut wird, jedes Chininphänomen aufhört (Ohrensausen, Händezittern, Schwindel), keine andern

Störungen des Nerven- oder Verdauungssystems treten ein, und es entsteht ein vollkommener Mitridatismus; eine kurze Unterbrechung genügt jedoch, um den Organismus wieder gegen dieses Heilmittel empfindlich zu machen.

Der tägliche Gebrauch bringt auch einen andern Vorteil mit sich: im Blute wird eine Kumulativwirkung hergestellt, die sich nach Mariani bis zum Doppelten der täglichen Dosis steigern kann; z. B. erreicht nach 3—4—5 Tagen täglicher Einnahme von $\frac{1}{2}$ g Chinin die entsprechende Quantität des zirkulierenden Alkaloids beinahe 1 g. Man verwendet also so den Chinismus und erhält eine relative Konzentration des Mittels, die bei der unterbrochenen Kur nur 1—2 Tage währt.

Nach Mariani dauert die Elimination des Chinins 9 Tage nach der Einnahme; auf diese Art können sich die guten präventiven Wirkungen erklären, die man auch bei dem wöchentlichen Gebrauch des Chinins hat. Wir zogen die Tage Sonnabend und Sonntag vor, damit es den Leuten leichter war, sich an den Einnahmetag zu erinnern, was sie dann mechanisch schliefslich taten. Es wurde abends eingenommen, damit sie im Laufe der Nacht weniger die Unannehmlichkeiten des Chinismus verspürten. Letzteres ist entschieden ein Nachteil dieser Methode im Gegensatz zu der andern täglichen, anderseits braucht man aber bei ersteren weniger Aufsichtspersonal wie bei letzterer. Ein einziger Arzt kann mit jener eine ausgebreitetere Tätigkeit vornehmen. Oft kehren die Bauern Sonnabends und Sonntags nach ihren in den Dörfern gelegenen Häusern zurück, wo der Arzt wohnt, und dieser kann dann, wenn er will, bequem das kostenlose Chinin zu präventiven Zwecken unter die Arbeiter verteilen.

Nur wenige Personen können Chinin auf die Länge der Zeit nicht vertragen, und meist die aussetzende Kur schlechter als die tägliche.

Bei unserer Landbevölkerung wäre eine prophylaktische Behandlung jeden 5.—10. Tag unpraktisch.

In den folgenden Jahren, wenn die Tatsachen die Leute überzeugt haben werden, wird jeder selbst die ihm am meisten zu-

sagende Methode wählen, um sich die Gesundheit, den einzigen Reichtum, zu bewahren.

Bis dahin wird der Arzt die ihm am meisten zusagende Methode wählen, bei welcher er die Leute am besten kontrollieren kann. Er kann ja anfänglich die beiden Methoden anwenden, um auszuprobieren, welche die für den betreffenden Ort geeignetere ist.

Er mufs ebenfalls entscheiden, ob er die prophylaktische Behandlung bei denen noch an Rezidiven Leidenden mit einer Intensivkur zwei oder drei Wochen hindurch beginnen soll.

Für praktische Zwecke ist es nicht nötig, aber für wissenschaftliche Zwecke wäre es angebracht, die noch nicht an Malaria erkrankten von denen zu trennen, die vor 1—2 Jahren schwer am Fieber litten.

Das angewendete Chinin wird entweder Chinin bisolph. und nur. sein, das der Staat an Gemeinden und Wohlfahrtseinrichtungen zum maximalen Preis von 8—10 Cents. pro g in Tabletten verkauft. Wenn diese verzuckert sind, kann man Euchinin vollkommen entbehren, das ich erst wegen seines angenehmeren Geschmackes anwandte, und das wenige nur aus demselben Grunde noch bei Kindern anwenden. Es ist immer noch zu übertrieben teuer.

Die Resultate siehe Tabelle I auf S. 250 und 251.

Von den 923 Personen, die täglich Chinin einnahmen (25—50 g), erkrankten 44 Personen (4,6 %), von den Kontrollpersonen erkrankten 12—82 %.

Von den 2133 Personen, die wöchentlich Chinin einnahmen (1—2 g pro Woche oder 3 g alle 9 Tage), erkrankten 191 Personen (10 %), von den Kontrollpersonen erkrankten 40—80 %.

Tabelle I zeigt die erhaltenen Resultate. Es geht daraus hervor, dafs von 3055 Personen, die täglich oder wöchentlich prophylaktisch mit Chinin behandelt wurden, 235 im ganzen an neuen Infektionen oder Rezidiven erkrankten, also kaum 7,7 %. Das Chinin (bisulphuricum muriaticum, bimuriaticum), in Dosen von 2 g pro Woche täglich oder jeden Sonnabend und

Sonntag während der ganzen Fieberzeit hindurch genommen (Juni — Oktober, November), wird nicht nur gut vertragen, sondern es genügt an und für sich, die Neuinfektion und Rezidive auf ein Minimum zu beschränken.

Mit dem Staatschinin, von dem 1 g von gewöhnlichen oder verzuckerten Tabletten 8—10 Cents. kostet, beläuft sich die Auslage für diese Prophylaxis pro Individuum im Durchschnitt wöchentlich auf 16—20 Cents, monatlich auf 64—80 und die ganze Fieberzeit hindurch (vier Monate auf 2,66—3,20 Frs.

Bei der Intensivkur eines Malariakranken, d. h. Behandlung der ersten und folgenden Anfälle, um soweit es möglich ist, die Rezidive zu vermeiden, braucht man mehr Chinin. Diese Auslage ist also eine gröfsere als die einer prophylaktischen Behandlung vom Anfang bis zum Ende der Fieberzeit.

Der medikamentösen Prophylaxis mit Chinin steht praktisch eine grofse Zukunft bevor.

Jeder Armenarzt sollte an Malariaorten Versuche damit anstellen, jetzt wo er Chinin, so viel er will, zu seiner Disposition hat.

An dem Tage, wo er die Leute von der Nützlichkeit überzeugt hat, wird er wenig mehr kurativ zu behandeln haben, aufserdem aber hat er ein nationalökonomisch gutes Werk getan, indem er die Gesundheit des Arbeiters schützt, zum Vorteil des Arbeitgebers und Arbeitnehmers.

2. Prophylaxis mittels Chinin, Arsen und Eisen. Ricchi und Pagliano machten Versuche mit dieser Prophylaxis bei den Arbeitern der Eisenbahnwerkstätten in Foggia, die 1901 sehr unter Malaria gelitten hatten.

Sie wurden in drei Gruppen geteilt. Gruppe I bestand aus 57 Arbeitern, die täglich 15 cg Chinin mur. in Tabletten einnahmen, aufserdem einen Efslöffel Elixier auf Eisen, Arsen (Natriumkakodilat 1 g). 54 gebrauchten die Kur regelmäfsig, einer konnte sie nicht vertragen.

Gruppe II. 54 Arbeiter Chinin mur. wie oben, 1 g pro Woche, Elixier wie oben einen Efslöffel pro Tag. 52 gebrauchten regelmäfsig die Kur.

Gruppe III. 35 Arbeiter. Zwei Pillen pro Tag einer Mischung von Chinin, Eisen, Arsen und bitterer Substanz. 30 gebrauchten regelmäfsig die Kur, zwei konnten sie nicht vertragen.

(Fortsetzung des Textes auf S. 252.)

Tabelle I. **Medikamentöse Prophylaxis**

Ortschaften, wo die Prophylaxis angewendet wurde	Zur Verwendung gelangte Medizinalien	Dauer der Behandlung	Zahl d. behandelten Person.	Rezidivkranke	Prozent	Neuerkrankungen	Prozent
Muzzano (Udina)	Chinin mur.	1. Juli bis 31. Oktober	20	—	—	—	—
Mailand	Chinin mur. in Tabletten	am 24. Juni	50	—	—	—	—
Trecate (Novara)	Chinin mur. in Tabletten	15. Juli bis 30. November	29	5	17,4	0	0
Vigasio (Verona)	Chinin mur.	1. Juli bis 21. Oktober	53	1	2,00	2	4,00
Nogarole Rocca (Verona) (wöchentl. Behandlung)	Chinin mur.	?	28	2	7,1	—	—
Mozzecane (Verona)	Chinin mur.	1. Juli bis 15. November	39	3	7,6	—	—
Detto (wöchentl. Behandlung)	Chinin mur.	1. Juli bis 15. November	38	12	31,5	—	—
Mantua	Chinin mur. in Tabletten	1. Juli bis 15. Oktober	37	0	—	—	—
Argenta (Ferrara)	Chinin bimur.	1. Juli bis 31. Oktober	73	—	—	2	2,7
Detto	Euchinin	1. Juli bis 31. Oktober	30	—	—	1	3,3
Provinz Grosseto (wöchentl. Behandlung)	Chinin solf. in Kapseln	1. Mai bis Ende Oktober	1831	170		9,28	
Forum Appium (Pontinische Sümpfe)	Chinin bimur.	Herbst	72	3		4%	
Ostia (römische Campagna)	Chinin in verzuckerten Tabletten zu 20 cg	1. Juli bis 6. August 19. VIII. — 15. XI. 15. X. — 15. XI.	398	19	4,7	3	0,7
Lunghezza (römische Campagna)	Chinin bisolf. in Tabletten	9. Juli bis 16. August	52	3	5,7	—	—
Corcolle (römische Campagna) (wöchentl. Behandlung)	Chinin bisolf. in Tabletten	9. Oktober bis 6. Dezember	209	—	—	—	—
Conca (römische Campagna)	Chinin bimur.	im Herbste	40	1	2,5	—	—
Gandiano (Potenza)	»	23. Juli bis 23. Oktober	30	1	3,3	—	—
Strongoli (Catanzaro)	»	1. Juni bis 30. Septemb.	26	7	24,00	—	—
				Neuinfekt. u. Recidive			235
		Im ganzen	3055			also	7,7%

mittels Chininsalzen. Tabelle I.

Kontroll. Prozent	Angewendete Chininarten	Behandelnde Ärzte	Bemerkungen
23,00	20—40 cg pro Tag	Dr. Giussani	—
?	Erst 1 g dann 0,25 cg pro Tag	Prof. Bordoni Uffreduzzi und Dr. Bettinetti	—
?	20 cg pro Tag	Dr. Bettinetti und Mossi	—
32,2	10—40 cg pro Tag	Dr. Polettini	Die beiden frischen Infektionen kamen bei zwei Individuen vor, die die Kur unvollständig gebraucht hatten.
74,00	2 Monate lang intensive Behandlung, dann 1,50 g pro Tag	Dr. Martinelli	Als Kontrolle dienten vier Familien (27 Personen) unter gleichen Lebensbedingungen.
45,9	20—40 cg pro Tag	Dr. Vivenza und Mendini	—
45,9	50 cg bis 150 g pro Woche	Dr. Vivenza und Mendini	—
12,00	20—40 cg pro Tag	Dr. Soliani	Von den 37 derart Behandelten erkrankte einer an Gonorrha, zwei an leicht. Darmstörungen, die 1—2 Tage dauerten.
14,00	25—50 cg pro Tag	Dr. Orta	—
14,00	25—50 cg pro Tag	Dr. Orta	—
69,57	2 g pro Woche	Prof. Gosio Dr. Giorgi und Pasquini	—
39,00	30—40 cg pro Tag	Dr. Mariani	Als Kontrolle dienten d. Hüttenbewohner, die in der Nähe der Schlafstätten der Behandelten wohnten.
39,5	30—45 cg pro Tag	Dr. Maggi	Zur Kontrolle dienten 185 Personen.
33,00	25 cg pro Tag	Dr. Amtrogetti	Als Kontrolle dienten sechs Personen.
8,00	50 cg bis 1 g 3 Tage lang jeden 9. Tag	Dr. Amtrogetti	—
52,5	50 cg bis 1 g pro Tag	Dr. Speranza	Als Kontrolle dienten 295 Personen unter gleichen Lebensbedingungen.
?	25 cg bis 50 g pro Tag	Sign. E. Fortunato	—
?	50 cg pro Tag oder 4 g pro Woche	Dr. Palazzi	—

Ehe die Präventivkur begann, gebrauchten diejenigen, die Spuren von kürzlicher Malariainfektion zeigten, eine gemischte Intensivkur: Gruppe I und II 50 cg Chinin und zwei Löffel Elixier pro Tag. Gruppe III sechs der oben genannten Pillen.

Die Medikamente wurden vor dem Arzte eingenommen. Die Kur dauerte von Mitte Juni bis Ende Oktober.

Von Gruppe I erkrankten von 54 8 (14,81 %) (Tägliche Kur).
Von Gruppe II erkrankten von 52 10 (19,23 %) (Wöchentliche Kur).
Von Gruppe III erkrankten von 30 6 (20 %) (Pillenkur).

Es geht daraus also nicht hervor, dafs diese Pillen wirksamer sind oder besser vertragen werden (während sie viel teurer sind) als das täglich oder wöchentlich gegebene Chinin ohne Arsen und Eisen.

3. Eisen-Arsenprophylaxis. Um besser feststellen zu können, welchen wirklichen Anteil die sog. rekonstruierenden Mittel bei den Mischkuren haben, haben wir im Veronesischen starken Gebrauch von Eisen-Arsenkügelchen gemacht, die jede mg 1 Acid. arsenica und 5 cg arsenica Eisen enthielten.

Dem Alter entsprechend gaben wir $^1/_2$—1—2 mg, $2^1/_2$—10 cg Eisen.

In Vigasio erkrankten von 55 so behandelten Individuen 37 %, 38 % konnten es im Laufe des Sommers nicht vertragen. Von den als Kontrolle dienenden Personen erkrankten 30 %.

In Mozzecano erkrankten 52 % von 31 Behandelten am Fieber.

Es bestätigt sich also, was aus meinen Erfahrungen 1901 hervorging, dafs Eisen und Arsen allein keine Präventivwirkung bei Malaria ausübt.

Die Eisen-Arsenmischung mit Chinin erhöht dessen präventive Wirkung nicht.

Das einzige wahre Spezifikum für Malaria, sowohl als Präventiv- als auch als Kurativmittel ist immer das Chinin.

Wenn die Ärzte sich davon überzeugt haben werden, wo sie jetzt das Chinin für die Armen zu freier Verfügung haben, werden

sie tatsächlich Wohltäter der Menschheit werden, die in Malariagegenden kämpft und leidet, ohne auf andere Art gerettet werden zu können.

C) **Mechanische Prophylaxis.**

Überall wo diese angewandt wurde, gingen ihr die Leute mit immer mehr Zutrauen entgegen. Die Eisenbahngesellschaften, die sie 1901 auf 573 km in den ungesündesten Gegenden angewendet hatten zum Nutzen von 4138 Individuen, haben sie 1902 auf 750 km erstreckt zum Nutzen von 5700 Individuen, unter denen die Malariafälle jetzt ebenso selten sind, so häufig sie früher waren. Ganze Eisenbahnlinien, die früher immer bekanntermafsen sehr malarisch waren, wie die Linie Rom—Tivoli, Rom—Pisa, die Linien um Foggia herum, die Linie Palermo—Trapani wurden durch die Prophylaxis assaniert. Im ganzen erhielten wir mit der nun zur Genüge bekannten Methode die aus Tabelle II (S. 254) hervorgehenden Resultate. Von 6451 geschützten Personen erkrankten im Durchschnitt 2,6 %, an Neuinfektionen 9,5 % an Rezidiven.

Diese nunmehr unzweifelhaften und augenscheinlichen Resultate belohnen für die kleinen Unbequemlichkeiten, die die mechanische Prophylaxis mit sich bringt, so dafs sie bei den vernünftigen Leuten in Malariagegenden anfangen in die Gewohnheiten überzugehen.

Weitaus unbequemer und lästiger ist der mechanische Schutz der unbedeckten Teile des menschlichen Körpers, glücklicherweise ist die Zahl der infizierten Stechmücken aufserhalb der Häuser sehr gering.

Auch die Generalsteuerdirektion, die 1901 20 Kasernen der Steuerbeamten geschützt hatte, dehnte sie 1902 auf 92 aus. In den ersten 20 Kasernen waren 1900 207 Malariafälle vorgekommen, während nach Anwendung der Schutzvorrichtungen nur 33 1901 und 25 1902 vorkamen. In den andern Kasernen, in denen 1901 634 Fälle vorgekommen waren, kamen 1902, nachdem sie geschützt waren, nur 140 Fälle vor, ohne jedoch die Neuinfektion von den Rezidiven zu unterscheiden. 1903 werden sowohl die Eisenbahn-

gesellschaften wie die Generalsteuerdirektion die Prophylaxis noch weiter ausdehnen.

Tabelle II.

Mechanische Prophylaxis.

Provinzen nebst Ortschaften, in denen die Prophylaxis angewendet wurde	Zahl der geschützt. Personen	Rezidiv-kranke	Prozent	Frische Infektionen	Prozent	Kontrolle	Beobachter und Beobachtungen
Novara (Trecate)	25	1	4	—	—	—	Dr. Bettinetti und Mossi.
Verona (Mozzecane)	64	5	78	2	5,9	66%	Dr. Vivenza und Mendini. Die an Rezidive leidenden machten, ehe die Schutzvorrichtungen angebracht wurden, eine Intensivkur durch.
Mantua	23	—	—	1	4	12%	Dr. Soliani. Zwei Individuen gebrauchten 14 Tage lang eine Intensivkur, die andern nahmen einige Tage Chinin.
Ferrara (Argenta)	126	—	—	4	3,1	15%	Dr. Orta. Einige Rezidive wurden anfänglich mit Chinin behandelt.
Rete Adriatica Eisenbahngesellsch.	3051	362	20,7	48	1,5	81,3%	Dr. Ricchi.
Rete Mediterranea	—	—	—	—	—	—	
a) Rom San Paolo-Orbetello	837	101	12,0	29	3,4	50%	Dr. Martirano.
b) Orbetello-Vada	1211	111	10,9	55	4,5	40—70% nach den Orten	Dr. Valagussa.
West-Sicilianische Eisenbahnges.	514	14	2,7	30	5,8	61%	Ing. Sbacchi. 391 Personen wurden mit Verspätung geschützt.
Im ganzen	5851	594	10,1	169	2,9		

Hingegen hat die mechanische Prophylaxis bei den Bauern nicht so viel Anklang gefunden, z. T. weil auf dem Lande die Häuser fehlen oder schlecht gebaut sind, z. T. auch weil ihre Lebensart und die Landarbeit sich nicht dazu eignen oder auch weil die Anlage ziemlich teuer ist und die Erhaltung ebenfalls kostet. Im allgemeinen ist die mechanische Prophylaxis ein relativer Luxus und daher nur bei wohlhabenderen Leuten anzuwenden, in den Kasernen der Soldaten und Steuerbeamten, in den Häusern der Eisenbahnbeamten, Assanierungsaufseher usw. also bei den Arbeitern die direkt oder indirekt von dem Staate

abhängen[1]). Wenig Hoffnung ist dagegen vorhanden, dafs sie sich unter den Bauern ausbreitet.

Auch in Holland, trotz lokaler Schwierigkeiten, hat sich die mechanische Prophylaxis sehr gut bewährt.

Im ganzen erkrankten von den 5851 Individuen, die unserer Kenntnis nach auf diese Art vor Malaria geschützt waren, 2,9% an frischen Infektionen und nur 10% an Rezidiven.[2])

Es steht jedenfalls fest, dafs wo ein Haus oder ein Obdach ist, das vor dem Eindringen der Stechmücken geschützt werden kann, die Malaria aufhört eine Hausepedemie zu sein. Diese Prophylaxis ist immer nach meinen ersten Versuchen 1899 mit Erfolg angewendet worden.

D) Ausrottung der Stechmücken.

B. Galli-Valerio und J. Rochaz de Jongh haben eine lange Reihe von Studien und Experimenten angestellt über die Resistenzfähigkeit und die Lebensdauer der Eier, Larven, Nymphen der Culex und Anophelesarten.

Die Eier widerstehen den verschiedenen physischen und chemischen Agenten (Kälte, Wärme, Trockenheit, Bewegung, mückentötenden Substanzen); viel weniger resistenzfähig sind die Larven. Die Autoren haben unsere Beobachtungen mit wenigen geringfügigen Unterschieden bestätigt; sie fügen noch hinzu, dafs tatsächlich viele Tiere und besonders die Fische einen grofsen Teil der Larven ausrotten können; es ist nun zwar noch zweifelhaft, ob in der Natur sich dies bestätigt wo sie aufser den Stechmückenlarven noch andere Lebensmittel finden. Im ganzen sind die Larven einer ganzen Reihe Substanzen gegenüber weit empfindlicher als die Eier und sind deshalb leichter auszurotten.

Über die Widerstandsfähigkeit der Nymphen und fliegenden Insekten haben die Autoren ebenfalls unsere Beobachtungen bestätigt.

1) Siehe Art. 5 des Gesetzes vom 2. November 1901.

2) Auf einigen Eisenbahnlinien wurden 1901 auch trotz der mechanischen Prophylaxis die Rezidive energisch mit Chinin behandelt.

Mit was für einem Mittel und in was für einer Lebensepoche man auch versucht, die Stechmücken auszurotten, es wird das immer sehr schwer fallen.

Tatsächlich genügt eine kleine Wasseransammlung, um Milliarden von Stechmücken sich entwickeln zu lassen. Auch wenn man sie im Larvenzustand, in dem sie empfindlicher sind, ausrotten will, mufs man im Sommer alle 10—12 Tage, in den andern weniger heifsen Jahreszeiten alle 14—20 Tage die Gewässer desinfizieren.

Dies ist für uns nicht praktisch genug. In vereinzelten Fällen vielleicht, wenn die grofsen und kleinen Assanierungsarbeiten vollendet sein werden, kann man bei kleinen Ansiedlungen die oben angeführte Ausführung vornehmen. Bemerkt sei noch, dafs man mit andern Mitteln (Ausreifsung der Pflanzen, Durchspülung der Kanäle mit Wasser in kurzen Zwischenräumen, Zuschütten kleiner Tümpel) dasselbe erreichen kann.

Auf der Insel Asinara, wo die Verhältnisse zur Petrolisierung der Sümpfe sehr geeignet waren, mufste diese aus Geldmangel unterbleiben.

Rofs und seine Mitarbeiter sind in Sierra Leona zu ausgezeichneten Resultaten mit der Ausrottung der Stechmücken gelangt.

Wir haben uns etwas entmutigt, die Malaria mit diesen Waffen zu bekämpfen, denn die Natur hat den Stechmücken zu günstige Bedingungen zur Erhaltung der Spezies geschaffen.

E) Hydraulische Assanierung.

Ehe man eine Assanierungsarbeit beginnt, wäre es angebracht, in den Gewässern oder der Meeresküste entlang durch Untersuchungen festzustellen, ob dort Stechmückenlarven vorhanden, da diese Gewässer meist salzhaltig sind; da dort drinn die Stechmückenlarven nicht leben können, können einige Assanierungsarbeiten unterlassen, andere beschränkt werden.

Die Untersuchungen Perrones über die Verteilung der Anopheleslarven in allen stehenden Gewässern der ausgedehnten Küste unseres Kontinents und Siciliens entlang und die Fermies

und seiner Mitarbeiter ersparen uns unnötige Assanierungsarbeiten und werden die notwendigsten vervollkommnen lassen.

Neue Regeln, die als Grundlage zu allen Plänen, Ausführungen und Erhaltungen der Assanierungsarbeiten dienen sollen, wurden von mir dem Ministerium für öffentliche Arbeiten unterbreitet, von diesem angenommen und unter die Ingenieure des Genio civile verteilt.

Alle künftigen Assanierungsarbeiten werden also als Grundlage diese neuen hygienischen Normen haben, die auf der Biologie der Stechmücken beruhen, wie es bereits in dem Gesetz vom 7. Juli 1902 für die Assanierung der römischen Campagna festgestellt ist. Besonders wird dabei auf die kleineren Assanierungsarbeiten geachtet und auf Vermeidung der so verhängnisvollen Tümpel aufmerksam gemacht, die bei Eisenbahn- und Strafsenbau entstanden.

Vom neuen ätiologischen Standpunkt aus haben wir ebenfalls unsere gröfsten und berühmtesten, ausgeführten und noch auszuführenden Assanierungsarbeiten geprüft.

Jedes System hydraulischer Assanierung kann an und für sich dazu beitragen, das Leben der Stechmücke an der Bodenoberfläche zu verhindern. Aber das Fehlen kleiner Assanierungen, die zur Vollendung nötig sind und die schlechte Erhaltung der Kanäle der grofsen Assanierungen können selbst das beste Assanierungswerk zu Schanden bringen.

Das barbarische Reglement vom 12. Dezember 1817 über Assanierungsarbeiten heischt zum immerwährenden Ausrotten der Pflanzen, der Assanierungskanäle an: was von viel Verständnis, ja beinahe von Eingebung spricht.

Glücklicherweise ist die hydrauliche Assanierung, wenn es auch nicht vollkommen gelingt den Anophelismus auszurotten der erste Schritt zur hygienischen Assanierung eines Gebietes.

Der zweite Schritt ist dann

F) Die landwirtschaftliche Assanierung.

Die beste hydraulische Assanierung ist vollkommen wirkungslos in einem Latifundium oder einem schlecht bestellten Lande.

Wohingegen die Latifundien unterbrochen sind und die hydraulische Assanierung durch die agrarische vervollständigt wird, nimmt die Malaria ab. Früher geschah es, dafs wenn nach Vollendung der riesigen hydraulischen Arbeiten die Bewirtschaftung anfing, die Landarbeiter sehr unter der Malaria litten, und ganze Familien daran zugrunde gingen.

Heutzutage kann auch diese Gefahr durch Chinin und mechanische Prophylaxis beseitigt werden. Es müfste deshalb obligatorisch sein, dafs die agrarische Assanierung auf die hydraulische folge; sonst gehen grofse und teuere Assanierungsarbeiten ohne agrarischen, noch hygienischen Erfolg verloren.

Das neue Gesetz zur agrarischen Assanierung der römischen Kampagna ist der erste schüchterne Schritt auf einer Strafse, die dazu führen sollte, die Latifundien zu zerstören, die der Ruin so vieler schöner Teile Italiens sind.

G) Sanitäre Gesetzgebung gegen Malaria.

Wir haben das erste Beispiel dafür gegeben. Es ist bekannt, dafs auf unsere Initiative hin im Parlament bereits zwei Gesetze durchgegangen sind. Das erste bewirkt (23. Dezember 1900), dafs gutes und billiges Chinin von Staatswegen in jedem Winkel des Landes verkauft werde, entweder von den Apothekern oder von den Verkäufern der Staatsprivativen. Das zweite (2. November 1901) bewirkt, dafs die Armenärzte das Chinin gratis und reichlich, sei es als Präventiv, wie als Curativmittel unter die Arbeiter und Bauern in Malariagegenden verteilen können; die Kosten hat der Arbeitgeber zu tragen.

Diese beiden Gesetze treten zur nächsten Malariazeit in Kraft, nachdem endlich alle Schwierigkeiten, die nicht wenige Interessierte in den Weg gelegt haben, beseitigt worden sind. In vielen Gemeinden des Reiches sind bereits die Malariagrenzen abgeteilt worden.

Das Chinin wird direkt vom Staat in der Militärapotheke in Turin zubereitet, also mit jeder Garantie und zum Minimalkostenpreise. Die Einkünfte des wenn auch zu mäfsiigem Preise

verkauften Chinins (man berechnet 30 000 kg pro Jahr) sind alle zur Bekämpfung der Malaria verwendet worden.

Wir haben unterdessen 4000 Flugschriften unter die Bauern verteilen lassen, in denen diese unsere antimalarische Gesetzgebung auseinandergesetzt wird. Die Hauptsache ist die, dafs diejenigen, deren Gesundheit es zu schützen gilt, sich in ihren Lebensgewohnheiten darnach richten, denn ohne dieses kann kein Sanitätsgesetz wahrhaft wirksam sein.

Überall ist eine gleichzeitige Propaganda durch tätliche Beweise nötig, denn nur durch vereinte Kräfte des Staates, der öffentlichen Verwaltungen und aller Bürger wird es möglich sein, einen durch Jahrhunderte hindurch gefestigten Feind auszurotten oder wenigstens abzuschwächen.

Ein grofses Gebiet von Malaria zu befreien und schlimmer noch beinahe unser ganzes Land, von dem 63 auf 69 Provinzen mehr oder weniger infiziert sind, ist weit schwieriger, als es manchmal scheinen mag. Ich kann nur noch einmal wiederholen, dafs wir noch für lange Zeit mit allen uns zu Gebote stehenden prophylaktischen Mafsregeln nach dem Worte handeln müssen: **Unum facere et alterum non omittere.**

Energieverbrauch im Leben der Mikroorganismen.

Von

Max Rubner.

I.

Die Ernährungsverhältnisse der höher organisierten Lebewesen, Tiere wie Pflanzen, sind uns in weitem Umfange, und was den gesetzmäfsigen Ablauf der Prozesse, ihre Gröfsenverhältnisse u. a. anlangt, bei den Tieren, speziell den Warmblütern, wohl bekannt. Es bietet mancherlei Anregung, auch den analogen Verhältnissen bei einfacher organisierten Lebewesen, den einzelligen Organismen nachzugehen, da hier die Bedingungen der Nahrungsversorgung nach mancher Richtung hin wesentlich anders gelagert sind. Unsere Erfahrungen auf diesem Gebiete erscheinen bisher keineswegs als systematische, ja sie sind in vieler Beziehung sogar recht lückenhaft.

Man hat im Laufe der Jahre das Hauptinteresse hinsichtlich des Studiums der Spaltpilze auf diejenigen Fragen konzentriert, welche mit den Krankheiten der Menschen und Tiere im Zusammenhang stehen, und dieser ihrer pathogenen Wirkung eine ganz besondere Aufmerksamkeit gezollt; das Interesse an solchen Untersuchungen steht, man möchte fast sagen in direktem Zusammenhang mit der Gemeingefährlichkeit einer Bakterienspezies.

Indes darf man sich doch nicht verhehlen, dafs die pathogenen Fähigkeiten nur Teilstücke des ganzen Lebensvorganges sind, etwa wie die Sekretion von Giften bei Tieren nur einen

begrenzten Prozefs des Stoffumsatzes in gewissen Drüsen darstellt, der seinerseits wieder in einem bestimmten Zusammenhang mit dem gesamten Lebensprozesse solcher Tiere steht.

Ob man dieser Rolle der Giftigkeit zurzeit nicht allzuviel an Einflufs zuschreibt, wird eine Frage sein, die doch auch in den Kreis der Erwägung zu ziehen ist.

Die allgemeinen Lebensprozesse sind deswegen nicht unwichtiger, wenn sie auch nur das Substrat darstellen, auf dem sich bestimmte Stoffwechseleigentümlichkeiten wie die Giftbildung aufbauen. Nur wenn die Ernährung des Individuums eine voll genügende ist, wenn es vermittelst derselben den Entwicklungsgang durchleben kann, welcher für die Spezies vorgeschrieben ist, werden sich auch die pathogenen Eigenschaften in entsprechender Weise ausbilden. Die Grundzüge der Ernährung werden bei diesen Keimen keine andern sein wie bei den rein saprophytischen.

Die Ernährung ist die Grundlage jeder Lebensäufserung. Für das Bakterienprotoplasma können keine andern Gesetze gelten wie für irgendwelches anderes belebte Eiweifs. Die Zufuhr bestimmter Stoffgruppen und Kraftträger gibt hier ebenso die Grundlage des Lebens wie auch sonst im Tier- und Pflanzenreich. Ich möchte aber damit durchaus nicht bestreiten, dafs in manchen Beziehungen die Gröfse und Eigenart des Stoffwechsels der Bakterien für ihren Angriff auf die Gewebe des gesunden Menschen von Bedeutung sein können.

Die Auswahl von Prädilektionsstellen, die Ansäfsigmachung im Körper wird vermutlich in vielen Fällen ein einfacher Vorgang der Wahl der besten Nährstoffe sein, das massenhafte Wachstum mancher Bakterien gibt auch dem Gedanken Raum, dafs hier zwischen Zelle und Parasiten stellenweise ein roher Kampf um das Nährmaterial mit unterlaufen kann. Die hungernde Zelle zerfällt oder bietet dem Angreifer günstige Chancen des Sieges.

Eine Aufklärung über die normalen Lebensbedingungen und Ernährungsgröfsen würde demnach von grofser Tragweite für die Erkenntnis der Krankheitserzeugung werden können.

Die einfachsten Lebensverhältnisse der Mikroorganismen sind uns leider nur so stückweise bekannt, dafs sich ein einigermafsen klares Bild ihrer Ernährungsverhältnisse gar nicht geben läfst; man kann selbst für jene am besten gekannten Prozesse gewisser Gärungen im Zweifel sein, ob wir wirklich für diese Fälle schon ein ganz exaktes Bild der Stoffzerlegung besitzen. Man kann diesen Zweifel sogar für die Alkoholgärung nicht völlig unterdrücken.

Zu den elementarsten und notwendigsten Lebensvorgängen gehört die Ernährung des Individuums. Ohne sie kein Leben, und alle Lebensäufserungen spiegeln sich in ihr, und alle Lebensbedingungen äufsern ihren modifizierenden Einflufs.

Wie das Leben eines Tieres in gewissem Sinne eine Art Reaktionserscheinung zu den Lebensbedingungen darstellt, wie die Ernährung einen Ausgleich zu den Anforderungen, die an uns gestellt werden, unternimmt, so können auch bei den kleinsten Lebewesen diese biologischen Grundgesetze, die wir bisher nirgendwo vermifst haben, gleichfalls nicht fehlen, wenn sie auch gewisse Modifikationen aufweisen mögen.

Unsere Kenntnis der Ernährungsvorgänge im wahren Sinne des Wortes sind aber bei den Bakterien aufserordentlich dürftig, wenn man den Mafsstab anlegt, den wir bei andern Lebewesen anzulegen gewohnt sind; dies kann zunächst befremden, wenn man bedenkt, dafs das ganze Kultivieren von Bakterien ein praktisches Ernährungsverfahren darstellt, allerdings fast ausnahmslos ein empirisches, bei welchem die Nährerfolge und die Nährhaftigkeit der Nährböden nach dem Erfolg des Wachstums der Kulturen beurteilt werden; bei welchem aber weder die Quantitätsverhältnisse beachtet werden, noch auch die ernährenden Bestandteile selbst genügend sicher stehen. Bei dieser Sachlage ist natürlich auch den gelegentlichen Versuchen, einige Spaltungsprodukte von Nährsubstanzen darzustellen, wenig Bedeutung für die vorliegende Frage beizumessen.

Die Ernährungsprozesse der Mikroorganismen müssen in Anlehnung an die moderne Ernährungsphysiologie der höheren Wesen eine Erklärung finden. Man befindet sich dabei aber an

einem äufserst komplizierten Problem und gewifs, es wird ungemein schwierig sein in das Detail der Fragen vorzudringen. Die Wege, welche man einzuschlagen hat, sind im allgemeinen zwei.

Es ist gewifs, dafs die Bakterien wie alle übrigen Lebewesen ein gewisses stoffliches Bedürfnis haben zum Aufbau ihres Leibes und zum Wiederersatz von Stoffen die zugrunde gehen und in Ausscheidungen auftreten.

Das Hauptprodukt, welches die Ernährung erzielt, ist die Leibesmasse des Individuums. Diese stellt eine Auswahl jener Stoffe dar, welche für die Ernährung sich im allgemeinen besonders förderlich erweisen. Sie werden teils in einer präformierten Form eingeführt, teils aus einfacheren Stoffen aufgebaut, teils durch besondere, äufsere Energie zuführende Organe wie bei den grünen Pflanzen hergestellt und zubereitet.

Die Organmasse hat in ihrer Natur also stets eine wichtige Bedeutung in dem Ernährungsproblem.

Der Bakterienleib, über dessen Zusammensetzung man früher recht unvollständige Vorstellungen hatte, ist allmählich ins rechte Licht gesetzt worden, und es gibt heute keinen Grund, ihm andere chemische Komponenten als Bestandteile unterzuschieben, als sie eben auch sonst in tierischen und pflanzlichen Zellen gefunden werden. Nur nach einer Richtung läfst sich eine gewisse Abweichung gegenüber den höher organisierten Wesen ersehen, in der gröfseren Schwankungsbreite des chemischen Aufbaues und seiner Abhängigkeit vom Nährboden, die E. Cramer durch eingehende Versuche dargetan hat.[1])

Nicht alle Substanzen, die sich in den Bakterien finden, sind absolut notwendige, sondern zum Teil zufällige Beimengungen. Ob nicht einzelne Aschebestandteile sogar durch andere Elemente sich vertreten lassen, ist noch eine offene Frage. Gewifs müssen uns recht ausgedehnte Untersuchungen über den Stoffbedarf zur Verfügung stehen, ehe sich ein klares Verständnis, von dem wir jetzt weitestens entfernt sind, ergibt.

Der Bakterienleib kann in seinen Bestandteilen ungemein verschieden sein von der Nahrung aus der er sich aufbaut.

1) Archiv f. Hygiene, XVI, S. 151 usw.

Die chemische Arbeit, die auf sein Entstehen verwendet wird, stellt sich in den Einzelfällen verschiedener Spezies aufserordentlich ungleich, bei den höher stehenden Lebewesen steht sich Nahrung und Körpersubstanz in chemischer und thermochemischer Hinsicht viel näher.

Wachstum und Leibessubstanzmehrung sind aber nicht die einzigen Vorgänge des Bakterienstoffwechsels, so wenig wie bei andern Lebewesen. Stoffwechselbetrachtungen lassen sich noch nach einer andern Richtung anstellen, nämlich hinsichtlich der Bestreitung des täglichen »Nahrungsbedarfes«; bei höheren Tieren fixiert man ihr tägliches Nahrungsbedürfnis nach bestimmten Nahrungsstoffgruppen (Eiweifs, Fett, Kohlehydraten usw.).

Die Anwendung des gleichen Gedankens auf die Bakterienprobleme würde aber sofort auf die gröfsten Schwierigkeiten stofsen. Es ist zunächst kaum zu bestimmen, welches die zureichenden Nahrungsstoffe sind. Eiweifs, Fette, Kohlehydrate können dazu dienen, aber ebenso gut manchmal alle möglichen Spaltungsprodukte dieser Körper, ja sogar anorganische Umsetzungen können Nahrungsquellen bieten[1]), wenn man den Stoffumsatz ganz begreifen wollte. Vielleicht sind die Nahrungsstoffe in ihrer Totalität uns für keine einzige Spezies bekannt! Die Nahrungsstoffe spalten sich aber keineswegs nach dem Oxydationsschema der höheren Lebewesen, die Bruchstücke sind kompliziert und mannigfach. Es gibt aber sicher keine einfache Ernährungsformel, gewifs nicht einmal bei jenen Keimen, die durch die Massenhaftigkeit einer Gärwirkung besonders gekennzeichnet erscheinen; die Vertretungen einer Nährgruppe durch andere stellt sicher ein bei den Mikroorganismen allerhäufigstes Vorkommnis dar. In diesem Gewirre der Feststellung der »Stoffwechselgleichungen« würde man sich gewifs kaum zurechtfinden, abgesehen von dem Umstande, dafs es uns zweifellos an Methoden gebricht, alle Nahrungsstoffe und alle Zersetzungsprodukte der Bakterien quantitativ festzustellen.

1) Von der Verarbeitung der Kohlensäure und Prozessen, die der Aufbauarbeit der grünen Pflanzen nahestehen, mag abgesehen sein.

Auch eine technische Schwierigkeit ist nicht zu übersehen; bei höheren Lebewesen ist es im allgemeinen leicht, zwischen Nahrung, Lebewesen und Ausscheidungsprodukten zu scheiden. Bei den Mikroorganismen haben wir oft alle drei Dinge innig gemengt, zum mindesten Nahrungs- und Zersetzungsprodukte, und schon deshalb grenzt es vielfach an die Unmöglichkeit, eine quantitative Scheidung beider zu erreichen.

In der Ernährung haben wir bei den höheren Organismen zunächst durch den Nachweis, dafs energetische Prozesse für den weitaus gröfsten Teil des Umsatzes mafsgebend sind[1]), eine einheitliche Auffassung komplizierter Ernährungsvorgänge kennen gelernt; und dieses Prinzip drängt seine Anwendung für die Mikroorganismen uns geradezu auf, da viele ihrer Umsatzgleichungen nur unter der Voraussetzung, dafs eben energetische Prozesse in gewissem Sinne den Inhalt des Lebens ausmachen, verständlich sind.

Ich habe schon im Jahre 1883, als bei den Warmblütern die Bedeutung des Energieinhaltes für die Stoffwechselvorgänge durch die Aufdeckung der isodynamen Vertretung in ein neues Licht gestellt war, auch für die Vorgänge bei den niederen Lebewesen die gleichen Konsequenzen gezogen und auf die Spaltungsvorgänge des Zuckers bei den Hefezellen hingewiesen und gemeint, es liefse sich die Massenhaftigkeit dieses Gärungsvorganges aus dem geringen Wärmewert solcher Umsatzgleichungen erklären. Die Gärung als Äquivalent der oxydativen Spaltung müfste in einem enormen Stoffverbrauch unter mäfsiger Energieentwicklung im Einzelfall der Spaltung ihre Erklärung finden.[2])

Ohne auf diese speziellen Verhältnisse näher eingehen zu wollen, mag darauf hingewiesen sein, dafs sich späterhin, als die Bakteriologie Fufs gefafst hat, ein überwältigendes Material ergeben hat, aus welchem sich zahlreiche Beweise für solche ohne Sauerstoffzufuhr ablaufende energetische Lebensprozesse ergeben haben. Viele Lebensvorgänge lassen sich ohne eine solche Annahme unmöglich verstehen.

1) Rubner, Gesetze des Energieverbrauches.
2) Zeitschr. f. Biologie, XXI, S. 338.

Das weitere Studium desselben hat zu der Anschauung geführt, dafs bei den niedrigen einzelligen Organismen und speziell bei der Gruppe der Spaltpilze die Eigenart der Umsetzung des Nahrungsbedarfs ungemein wechselnd, z. T. sogar bei einer Spezies unter verschiedenen Lebensbedingungen wahlweise verschieden ist.

In letzterer Hinsicht kann bald die oxydative Spaltung, bald die einfache fermentative Zerlegung ohne den Sauerstoffzutritt den mafsgebenden Umsatz bestreiten. Nach anderer Richtung kommen Fälle vor, die nach der einen Grenze hin als Stoffwechselvorgänge aufzufassen sind, bei denen ein Abbau komplizierter Verbindungen nach Art der Stoffwechselgleichungen der höher organisierten Wesen abläuft, während das Gegenbild hierzu zu finden ist in jenen Prozessen, bei denen eine Aufnahme von bestimmten Formen von Energie (Licht) an den Spaltungen und Umformungen mit beteiligt ist.

Die niederen Lebewesen haben also die Eigentümlichkeit, dafs sie nach verschiedenen Typen in ihren Ernährungsprozessen gebaut sind, indem bei einer Reihe von Spezies das Schema der höheren Pflanzen, in andern Fällen im Gegensatz dazu die Zerlegungen nach Art der tierischen Umsetzungen dominierend sind. Dazwischen stehen jene Prozesse, bei denen, wie vielleicht im intermediären Stoffwechsel höherer Organismen Spaltungsprozesse, wie erwähnt fermentativer Natur, die Hauptrolle spielen.

In keinem Reich des tierischen oder pflanzlichen Lebens tritt die Notwendigkeit einer einheitlichen energetischen Auffassung so sehr entgegen wie hier bei den Spaltpilzen, wo die Vielfältigkeit der Lebensprozesse unverständlich wäre, wenn nicht das einheitliche Band des Kraftwechsels und Kraftbedürfnisses eine Erklärung gäbe. Vorläufig übersieht man diese Prozesse gewissermafsen nur in rohen allgemeinen Zügen.

Wir werden also bei dem heutigen Stand dieser Frage am ehesten ein Ziel erreichen, wenn wir eine Feststellung des Energieverbrauchs festzustellen suchen.

Das Hauptziel, auf welches wir in unserer Aufgabe loszusteuern haben, bildet die quantitative Seite des Problems.

Ohne Wägen, Messen kann eine Darstellung des Ernährungsproblems nicht gedacht werden, quantitative Prozesse sind die Grundlage in den wichtigsten Teilen dieses Gebiets.

Der Anwendung der energetischen Methoden auf dieses Problem steht, wie ich an anderer Stelle schon hervorgehoben habe, keine erhebliche Schwierigkeit entgegen.[1])

In grofsen Zügen wären es zwei Methoden, welche Anwendung finden können und meinerseits gefunden haben:

a) Die Differenzmethode durch die Bestimmung der Verbrennungswärme eines Nährbodens vor dem Wachstum von Keimen und nach dem Wachstum.

b) Die direkte Methode durch Messung der entwickelten Wärme während des Lebensprozesses selbst.

Theoretisch käme auch noch das in Betracht, was uns beim Studium des tierischen Kraftwechsels gute Dienste geleistet hat, — die sogen. indirekte Kalorimetrie, d. h. die Berechnung des Energieverbrauchs aus den chemischen Veränderungen im Stoffwechsel. Hierfür fehlen aber zurzeit sowohl die chemischen als auch thermochemischen Unterlagen.

Was die erste Methode anlangt, so sind in grofsen Zügen die technischen Unterlagen leicht zu gewinnen. Die Bakterien werden in Nährmedien von mittlerem Energiegehalt gezüchtet und repräsentieren selbst eine grofse Summe von Energie. Eine orientierende Vorstellung über diese Verhältnisse geben nachstehende Zahlen.

Die üblichen Nährböden sind sehr ungleich an Verbrennungswert:

	1 l gab (auf frische Substanz berechnet)
Fleischextraktpeptongelatine . .	614 Kal.
Peptonbouillon	108 »
Fleischwasserpeptongelatine . .	513 »
6% Fleischextrakt	210 »
Uschinskilösung	14 »

1) Hygienische Rundschau, 1903.

Die nötigen Ingredienzien liefern im trockenen Zustande pro 1 g:

Pepton (Hesterberg)	5492 g Kal.
Gelatine	4992 » »
Agar	4098 » »
Fleischextrakt	3514 » »

Die Mikroorganismen haben pro 1 g Trockensubstanz folgende Verbrennungswärme:

Penicillium glaucum	4753 g Kal.
» » mit Sporen	5359 » »
Untergärige Hefe	4475 » »
Obergärige »	4554 » »
Bakterien (Reinkultur aus Eiern)	4042 » »
Proteus vulg. I. Stamm . . .	4741 » »
» » anderer Stamm .	4545 » »
Prodigiosus	4764 » »
» alte Kultur . . .	4442 » »

Die Leibesmasse der Schimmel-, Hefe- und Spaltpilze ist — von der Früchtebildung der Sporen abgesehen — von mäfsiger Verbrennungswärme, woran z. T. ihr geringer Fettreichtum und der Gehalt an Asche die Ursache trägt[1]). Am besten vergleicht sich der Quotient $\frac{\text{Kal.}}{\text{N}}$.

Für diesen erhält man:

bei Hefen verschiedener Ernährung	46,5—58,0
Proteus vulg.	48,3
Ganze Maus (verhungert)	44,0
» » (normal)	67,3
Syntonin	37,3
Serumalbumin	39,1
Fleisch	34,3
Pepton	32,3
Legumin	38,1.

Die Differenzmethode liefse sich also im allgemeinen sehr einfach durchführen um uns einen annähernden Blick in die

1) Vgl. damit Tiere. Rubner, Gesetze des Energieverbrauches, S. 281.

Energieverhältnisse zu erlauben. Um nun in Bausch und Bogen auf diesem Wege zu zeigen, dafs bei dem Wachstum der Bakterien nicht unerheblich Energie verbraucht wird, dazu gehört keine besondere Versuchsanordnung: das lehren meistens schon die abgehenden Gase, die Verminderung des Gewichtes der Kultur usw. Aber es mag ein solches Experiment kalorimetrischer Messung kurz angeführt sein.

Als Beispiel eines solchen Versuchs zur Messung der verbrauchten Energie mag folgendes Experiment aus dem Jahre 1897 (1. November) dienen.

Agar-Agar wird auf grofse Glasschalen verteilt und mit Proteus vulgaris geimpft, nach bestimmter Zeit werden die Kolonien abgenommen.

1. Versuch: 425 g Agar angewandt, hatte 3,9% Trockensubstanz = 16,57 g Trockensubstanz im ganzen,
die Verbrennungswärme war 3,57 Kal. pro 1 g Trockensubstanz = 16,57 × 3,57 = **59,15** Kal.
Nach dem Versuch waren vorhanden 13,14 g Trockensubstanz × 3,464 (Kal.) = **45,32** Kal.
also Kal. am Anfang 59,15
» Ende . 45,52
es fehlen . 13,62 Kal. pro 8 Tage.

An einem Tage wurden bei 36° aus Spannkraft in andere Formen übergeführt 1,704 Kal.

Mit dem Leben des Proteus vulgaris war also zweifellos eine Entwicklung von Energie verbunden gewesen, es waren sogar 23,04% der in dem Agar steckenden Energie umgesetzt worden.

Umständlich bei einem solchen Versuch ist die Sammlung der Agarmassen nach dem Versuch; in einem Kontrollversuch fand ich:

139 g Agar = 5,55 g Trockensubstanz wurden auf vier grofse Schalen verteilt, dann wieder gesammelt und eine Trockenbestimmung gemacht

gefunden: 5,58 g.

In welchen Formen die Energie zu Verlust ging, mufs erst im besonderen festgelegt werden. Es kann sich, wie in diesem vorliegenden Falle, um einen Oxydationsvorgang handeln, in andern Fällen auch noch um Entweichen verbrennlicher Gase, wie CO, H, NH_3, SH_2 u. dergl.

Über den Energieverbrauch für die Lebensvorgänge können solche Fälle nichts Näheres angeben; solche Produkte würden den Konsum viel zu hoch erscheinen lassen. Es gibt übrigens eine ganze Reihe von Fällen, welche ich untersucht habe, in denen solche flüchtige Produkte mit einem nennenswerten Brennwert gar nicht in Frage kommen.

In andern Fällen bringt das Abdampfen zur Trockne schwere Fehler durch unkontrollierbare Verluste an flüchtigen organischen Zersetzungsprodukten. Auch solche lassen sich in vielen Fällen vermeiden, mindern oder doch messen. Das Abdampfen läfst sich aber durch die gleich nachstehend zu berichtenden Methoden völlig vermeiden.

Die zweite Methode zu energetischen Studien läge in der Wärmemessung — wenn wir zunächst als Prämisse gelten lassen wollen, dafs Wärmeerzeugung mit dem Leben der niederen Pilze verbunden sei.

Im Lebensprozesse der Tiere stellt die Wärmebildung einen wichtigen biologischen Vorgang dar; denn Wärme ist die Erscheinungsform der zum Lebenszwecke verbrauchten Energie, und die von einem lebenden Organismus abgegebene Wärme bzw. Energiemenge gilt als Mafs für die Gröfse der Lebensäufserungen gleichgearteter Individuen. Am besten kennen wir die thermischen Verhältnisse bei den Warmblütern, aber nicht überall in der Welt des Lebenden drängt sich die Wärmeproduktion in so offenkundiger Weise auf. Bei den Kaltblütern und Wirbellosen ist die Tatsache einer Eigenproduktion an Wärme erst mit der Einführung feinerer Untersuchungsmethoden festzustellen gewesen, und noch jetzt sind bei ihnen unsere Kenntnisse und Erfahrungen einer Weiterführung dringend bedürftig. Es decken sich aber die Gesetze der Wärmebildung offenbar bei diesen

Tieren in ihren Grundzügen mit jenen, die wir von den höher stehenden Organismen kennen.

Wärmebildung im Lebensprozefs der Pflanzen nachzuweisen, ist erst in den letzten Jahrzehnten gelungen. Bedeutungsvoll in ihren allgemeinen Zügen sind die Beobachtungen an Pflanzen, die Dutrochet, Detmer, Longuinine u. a. mitgeteilt haben. In der Regel sind die zumeist thermo-elektrisch nachgewiesenen Wärmen recht gering; doch hat man unter besonderen Umständen, z. B. bei der Keimung, doch auch recht beträchtliche Grade der Wärmeerzeugung beobachtet, und selbst direkte kalorimetrische Untersuchungen über die Keimwärme liegen von Bonnier vor.

Auch hier bei den Pflanzen entsteht die Wärme offenbar zum Teil, wenn nicht ganz, bei den durch das lebende Protoplasma eingeleiteten, auch bei Lichtabschlufs verlaufenden Zersetzungsprozessen.

Eine grofse Gruppe von Lebewesen, über deren Wärmeerzeugungsverhältnisse wir noch so gut wie nichts Bestimmtes wissen, bildet die Kleinlebewelt. Es ist ohne weiteres selbstverständlich, dafs wir heutzutage die einzelligen Wesen nicht aus ihrem Zusammenhang mit den andern Organismen scheiden werden, vielmehr annehmen müssen, die Grundzüge des Lebens seien bei ihnen dieselben wie bei den vielzellig differenzierten Lebewesen. Da wir in andern Fällen erwiesen haben, dafs die Spannkräfte bei geeigneten Nahrungsstoffen ihren gegenseitigen Ersatz bestimmen, die Zellen also einen bestimmten Kraftbedarf besitzen, so ist, wenn man diese Anschauung auf die Kleinlebewelt überträgt, damit sogar eine recht bequeme Formel für die aufserordentlich grofsen Verschiedenheiten in der Stoffwechselgleichung dieser niederen Organismen gegeben. Energetische Verhältnisse spielen also zweifellos eine Rolle bei diesen Lebensvorgängen. Das ist ein Gedanke, der sich natürlich jedem aufdrängte, nachdem einmal nachgewiesen war, dafs energetische Verhältnisse und nicht reine Oxydationsvorgänge im Leben eine Rolle spielen. Er findet sich schon bei Schützenberger, und ich selbst habe, aus meinen Untersuchungen, wie oben gesagt,

sofort auch die entsprechende Nutzanwendung für die Auffassung anaërober Zersetzungen bei den Mikroorganismen gezogen.

Aus den hier entwickelten Gesichtspunkten folgt von selbst, daſs Wärmewirkungen bei den Kleinlebewesen erwartet werden dürfen.

Zunächst aber, das soll man nicht vergessen, liegt nur eine Hypothese vor, die freilich in mancher Hinsicht durch die thermochemische Betrachtung gewisser Stoffwechselgleichungen von Spaltpilzen gestützt erscheint. Positive Erfahrungen über Wärmebildung bei diesen niederen Lebewesen sind uns aber nur in sehr bescheidenem Umfange bekannt.

Am leichtesten zu beobachten ist die bei gärender Hefe auftretende Wärme, ferner die Wärmewirkung bei der Essiggärung, bei der Selbsterwärmung von Malz, Heu, Dünger, keimender Gerste, Baumwolle, die auf die Tätigkeit von Mikroorganismen zurückgeführt werden. Es sind dies alles aber nur sehr rohempirische Beobachtungen, die zu genauen Vorstellungen über die biologische Bedeutung dieser Wärmeprozesse nicht zu verwerten sind. Nur für die Hefe besitzen wir einige sozusagen quantitative Versuche, deren Ergebnisse freilich erhebliche Differenzen unter sich aufweisen.

Die Wärmebildung müſste, wenn wir zunächst nur jene Fälle in Betracht ziehen, wo andere Kräfte als chemische Spannkräfte nicht in Frage kommen, nach dem Zusammenhang, der zwischen Leben und Wärme sonst im biologischen Reiche besteht, einen Ausdruck für die Gröſse und den Umfang der spezifischen oder funktionellen Zersetzungskraft bieten.

Ich halte es aber für geboten, in derartigen Schlüssen eine gewisse Zurückhaltung walten zu lassen, ehe wir nicht genauer über die fundamentalsten Fragen der Wärmebildung bei den Mikroorganismen direkt unterrichtet sind. Zunächst kommt die Möglichkeit einer solchen Wärmemessung in Betracht.

Unter Erwägung der soeben kurz dargelegten Punkte bin ich schon vor vielen Jahren an die Aufgabe herangetreten, eine Methodik zu finden, welche ein kalorimetrisches Studium der Mikroorganismen erlauben sollte.

Die Lösung der Aufgabe ist allerdings keine ganz leichte, weil sich naturgemäfs zunächst grofse technische Schwierigkeiten entgegenstellen, wenigstens insoweit, als Bakterien dabei in Betracht kommen. Für die alkoholische Gärung, die ja schon im rohen Versuch die Wärmeerzeugung wahrnehmen läfst, liefs sich unter Anwendung der von mir für die Tierkalorimeter durchgeführten Grundsätze ohne grofse Schwierigkeiten ein geeignetes Mefsinstrument konstruieren. Ein solches Kalorimeter habe ich auch hergestellt, es bestand aus einem Metallbehälter mit Luftmantel; dieser zur Aufnahme der Gärflüssigkeit dienende Teil fand sich thermisch durch Luft und gegen anderweitige Berührung durch Ebonit gut geschützt in einem Wasserbad von konstanter Temperatur. Beginnt die Flüssigkeit zu gären, so wird die Luft im Mantelraum ausgedehnt und gemessen. Um allenfallsige Änderungen der Temperatur des Wasserbades zu kennen, und um den Einflufs der Schwankung des Luftdrucks zu eliminieren, waren in dem Wasserbad mehrere luftgefüllte Kupferzylinder eingesetzt; die Luftausdehnung dieses Apparates diente als Korrekturwert.

Ein allgemein verwendbares Bakterienkalorimeter läfst sich aber in dieser Weise nicht gewinnen. Ein solches darf am besten keine grofsen Dimensionen aufweisen, weil sonst die Beschaffung des Nähr- und Kulturmaterials Schwierigkeiten macht; es mufs weiterhin leicht und sicher zu desinfizieren sein und soll endlich erlauben, die Prozesse der Veränderung beim Wachstum der Mikroorganismen wirklich mit dem Auge zu verfolgen.

Vor allem aber hat man zu beachten, dafs die Gröfse des Kalorimeters erlauben mufs, die Ernten, d. h. die Masse der tätigen Mikroorganismen zu messen. Man hat gerade auf diesen Punkt bei den Untersuchungen über chemische Spaltungen durch Mikroorganismen so gut wie gar keinen Wert gelegt, und so sind viele dieser umständlichen Experimente oft geradezu wertlos.

Die Ernte mufs feststellbar und so reichlich sein, dafs der weiteren analytischen Verarbeitung nichts im Wege steht.

Eine Schwierigkeit, die sich in erster Linie entgegenstellt, war der völlige Mangel an zuverlässigen Messungen über die

allenfallsige Gröfse der zu erwartenden Wärmewirkung. Nachdem ich mich auf verschiedenen Wegen darüber orientiert hatte, was Bakterien etwa als Wärmebildner leisten können, war es möglich, dem Versuch zur Konstruktion eines Kalorimeters eine konkrete Form zu geben. Nach manchen Versuchen gelang eine sehr einfache Lösung.

Das Kalorimeter besteht aus einem Glasgefäfs von rund 300 ccm Inhalt, das in einen Hals ausläuft; dieses Gefäfs ist von zwei Glashüllen, die einen Abstand von ½ cm haben, umgeben; die beiden Räume sind absolut luftleer. Das doppelte Vakuum setzt den Wärmeverlust aufserordentlich herab; wenn also Wärme von dem Inhalt des Kalorimeters (Kulturflüssigkeit) erzeugt wird, so steigen die Temperaturgrade sehr rasch. Die letzteren werden durch ein feines Thermometer abgelesen, dessen Küvette fast ebenso lang als die Flüssigkeitsschicht des Kalorimeters ist. Von den Apparaten werden mindestens drei in einem Brutschrank so montiert, dafs sie von der Berührung mit festen Stoffen tunlichst isoliert sind; die drei Thermometer, die mittels Pfropfen das Kalorimeter abschliefsen, gehen durch den Deckel des Brutschranks hindurch und werden, ohne diesen zu öffnen, mit der Lupe abgelesen.

Da man sich auf völlig konstante Temperatur des Brutschranks selten so verlassen kann, wie dies für die kalorimetrischen Versuche nötig, so dient eines der Kalorimeter, mit Sublimatlösung gefüllt, als Kontrolle. Wenn die ganze Ausrüstung in Ordnung ist, müssen die drei Gefäfse, mit steriler Flüssigkeit gefüllt, die gleichen Temperaturen zeigen. Wenn nicht, so ist die Wärmeverteilung des Brutschranks keine genügende und mufs verbessert werden. Die Kalorimeter sind durch Schirme gegen eine gegenseitige Bestrahlung geschützt.

Bei Beginn des Versuches mufs das Hauptgewicht darauf gelegt werden, dafs man die Nährflüssigkeiten einzufüllen lernt, ohne Abweichungen von der Temperatur des Brutraumes zu erhalten.

Bringen wir an Stelle des Wassers eine Nährlösung mit Mikroorganismen in eines der Instrumente, so zeigt uns der

Gang des Thermometers manchmal bald, manchmal erst sehr langsam eine Wärmewirkung. Die Versuche sind in hohem Mafse instruktiv; vor allem empfiehlt sich zunächst die alkoholische Gärung als ein bequemes Schulungsmaterial. Bestimmte Bedingungen vorausgesetzt, ist die kalorimetrische Untersuchung der Hefegärung ein einfaches Vorlesungsexperiment.

Ein einziger Versuch zeigt uns den ganzen Verlauf der Gärung, eine kurze Latenz von wenigen Minuten, das mächtige Ansteigen der Wärme, die Erschöpfung der Gärwirkung, das allmähliche Abfallen, die störenden Nachgärungen, die Selbstgärung, Wirkungen verschiedener Nährsubstanzen. In jedem Zeitmoment wissen wir ohne weitere Mühe, was in der Flüssigkeit vor sich geht und können demgemäfs auch die biologischen Änderungen, die sichtbar im Kalorimeter verlaufen, mit der Umsetzungsgröfse vergleichen.

Ich habe hier nicht die Absicht, auf die Resultate dieser Untersuchungen, welche geeignet sind, wesentlich neue Gesichtspunkte zur Gärungstheorie zu begründen, heranzutreten; ich werde auf dieselben an anderer Stelle zurückkommen.

Ein anderes bequemes Untersuchungsobjekt, das aber schon wesentlich hinter der Alkoholgärung zurücksteht, ist die Milchsäuregärung, deren Studium uns klarmacht, dafs die schematischen Vorstellungen über die energetischen Verhältnisse nicht generalisiert werden können. Sie zeigt uns ferner das Neben- und Nacheinander der Bakterienarbeit unter natürlichen Verhältnissen, Symbiosen und Metabiosen.

Eine andere Art von Zersetzungsvorgängen, die ich gleichfalls untersucht habe, sind die Fäulnisvorgänge, speziell mit Rücksicht auf die Darmfäulnis betrachtet. Hier haben wir es ganz entgegen der hypothetischen Annahme vieler Forscher, nicht mit kräftigen, umfangreichen, sondern gröfstenteils mit recht kümmerlichen thermischen Vorgängen, ja gelegentlich mit völlig ausgegorenen Substanzen zu tun. Einige kurze Angaben hierüber finden sich bereits mitgeteilt.[1])

---

1) Gesetze des Energieverbrauchs a. a. O.

Die Bakteriengärungen sind im Verhältnis zu der Alkoholgärung und ähnlichen recht geringe Wärmequellen. Bei Impfungen der Nährlösungen schleicht Wachstum und Wärmebildung langsam weiter, und was man bei Hefen in einem Tage abschliefsen kann, fordert bei Bakterien Tage und Wochen. Man mufs dann manchmal zu dem Kunstgriff greifen, von vornherein eine stärkere Aussaat zu wählen.

Wir gelangen auf diesem Wege der kalorimetrischen Methodik zu neuen Anschauungen über die Gesetze des Stoffumsatzes bei den Mikroorganismen, zu einer Klärung und Scheidung zwischen »Stoffansatz«, den man bis jetzt einzig und allein kontrollierte, und zwischen Umsatz, der bisher nicht beachtet und nicht als etwas vom Wachstum Differentes ins Auge gefafst wurde.

Ich habe nur mit ein paar Worten skizziert, wie umfangreich die Aufgaben sind, welche sich einer kalorimetrischen Messung nach meiner Erfahrung unterwerfen lassen und bereits geprüft worden sind. Der Weg ist wirklich gangbar und führt zu vielen wichtigen Aufschlüssen über die allgemeinen biologischen Gründzüge der Ernährungsvorgänge.

Das Thermometer und Kalorimeter vermag uns zwar eine Anzeige über den Wärmegang zu geben um darzustellen, was in jedem Moment an Wärme geliefert wird, aber es ist weiter notwendig, eine absolute Angabe über die Wärmemenge zu machen.

Das Kalorimeter erleidet durch die Bakterienwärme zwei Veränderungen: 1. es gibt beständig Wärme ab, beim Gleichbleiben des Thermometers steht Wärmeerzeugung und Verlust im Gleichgewicht; 2. das Kalorimeter verändert auch seine Temperatur, speichert Wärme auf oder gibt sie ab. Dieser Umstand ist dann von Belang, wenn alle innerhalb eines längeren Zeitraumes entwickelte Wärme gemessen werden soll und das Kalorimeter eine von der Anfangstemperatur verschiedene Wärme besitzt. Was den ersten Punkt anlangt, so mufs das Kalorimeter zunächst »geeicht« werden, d. h. bestimmt werden, wieviel es im Gleichgewichtszustande bei Temperaturerhöhung über die Umgebung an Wärme abgibt.

Am bequemsten geschieht dies mittels des elektrischen Stromes; in die Kalorimeterflüssigkeit taucht ein Platindraht von bestimmtem Widerstand. Aus einer konstanten Elektrizitätsquelle wird ein Strom bestimmter Stärke entnommen und die Ampèremenge genau gemessen. Dann kennt man die angewandte Wärmemenge und erfährt durch die Thermometerablesungen, wieviel Wärmeverlust z. B. 1° Temperaturüberschufs entspricht.

Bei jeder Stromstärke wurde 10—12 Stunden beobachtet, um sicher einen Wärmeausgleich zu erhalten. Das Resultat einer solchen Eichung gibt folgende Tabelle:

Wenn das Thermometer gestiegen ist um:	für 1° Erhöh. ist die Menge der erzeugten Wärme:
0,46°	0,0455 Kal. p. 1 Stunde
1,57°	0,0458 » » 1 »
2,055°	0,0450 » » 1 »
2,185°	0,0439 » » 1 »
2,471°	0,0454 » » 1 »
	Mittel 0,0444 Kal. p. 1 Stunde

Bei andern Kalorimetern fand ich zwischen 0,052—0,062 Kal. pro 1 Stunde schwankende Werte. Die Vakuumkalorimeter liefsen sich also leicht in genügender Empfindlichkeit herstellen. Kleinere Differenzen als 0,5° liefsen sich zurzeit bei der Eichung nicht anwenden, weil dann die Erdströme (der elektrischen Bahnen) Einflufs auf das Galvanometer zeigten.

Die Versuche beweisen, dafs die Kalorienproduktion proportional dem am Thermometer nachweisbaren Temperaturüberschufs zu- und abnimmt, dafs also auch kleinere Temperaturzuschüsse als 0,5 der Rechnung unterworfen werden können. Die Empfindlichkeit der Kalorimeter ist eine sehr grofse.

Für die Berechnung der erzeugten Wärme braucht man, wenn ein Gleichgewicht eingetreten ist, nur die Höhe der Temperatur zu wissen und die Eichungszahl des Kalorimeters.

Wenn man aber die ganze Menge der erzeugten Wärme eines längeren Zeitraums wissen will und der Versuch vor voll-

ständiger Abkühlung des Kalorimeters beendigt wird, so steckt im Kalorimeter noch Wärme, welche besonders in Rechnung zu ziehen ist.

Sie ergibt sich aus dem Wasserwert des Kalorimeters und dem Wasserwert der Füllung; die letztere läfst sich berechnen, wenn man die spezifischen Wärmen der Füllung kennt.

Für die meisten hier in Frage kommenden Substanzen ist diese nicht bekannt; ich habe sie selbst direkt bestimmt und zwar in folgender Weise.

Ein Kalorimeter mit 2 l Wasserfüllung befand sich, durch Luft isoliert, in einem Wassergefäfs, dessen Temperatur sich in der in Betracht kommenden Zeit nicht ändert.

Die Temperatur des Kalorimeters wird genau bestimmt. Die auf ihre spezifische Wärme zu untersuchende Substanz befindet sich in einem zylindrischen Kupfergefäfs mit eingeschliffenem Deckel, durch den ein Thermometer in gut schliefsendem Korkstopfen hindurchgesteckt ist. Die Flüssigkeit wird durch Einsenken des Kupfergefäfses in ein Wasserbad erwärmt, in einem gegebenen Moment äufserlich wohl abgetrocknet in das Kalorimeter übertragen und mit dem langen Thermometer als Halter hin und her bewegt, bis die Abkühlung eine erhebliche oder annähernd totale ist.

Die Endtemperatur wird im Kalorimeter und dem Kupfergefäfs abgelesen und unter Berücksichtigung der einschlägigen Temperatur die spezifische Wärme bestimmt.

Eine Schwierigkeit ergibt sich manchmal für die Berechnung durch die Veränderung der spezifischen Wärme der Füllung des Kalorimeters während des Experiments z. B. bei der Alkoholgärung. Hier müssen selbstverständlich besondere Beobachtungen angestellt werden.

Der Wasserwert der Kalorimeter ist gleichfalls sorgfältig bestimmt worden.

Eine dritte Voraussetzung, welche man zur Messung der Wärme machen mufs, ist die Vermeidung der Wasserverdunstung. Dieser Bedingung wird am leichtesten, wo angängig, durch Aufgiefsen von Öl genügt oder durch einen gut schliefsenden Pfropfen.

Endlich könnte das Entweichen brennbarer Gase in Betracht kommen; hier kann die Untersuchung natürlich sehr kompliziert sich gestalten.

So einfach die Experimente scheinen mögen, so gehört doch eine gewisse Technik dazu, wenn man glatte Versuche erzielen will. Vor allem mufs man, wie schon erwähnt, darauf achten, dafs die Flüssigkeit so ins Kalorimeter gelangt, um einen erst allmählichen Temperaturausgleich unnötig zu machen. Es würde hier zu weit führen, auf alle Details näher einzugehen.

Schon an dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dafs man nicht erwarten darf, auf kalorimetrischem Wege über die energetischen Verhältnisse, wie manche sich ausdrücken, der Mikroorganismen sofort und mittels weniger Versuche ins klare zu kommen; die Deutung der Versuche ist in manchen Fällen durchaus nicht leicht, da die Verhältnisse im Ansatz und Umsatz, endozelluläre Zerlegung und anderweitige Umsetzungen, einfache fermentative Vorgänge, chemische Nebenprozesse, allerlei mühselige und zeitraubende Untersuchungen notwendig machen.

Ich möchte auch an das Alkoholferment erinnern, dessen Funktion und Wirkung im Hinblick auf die energetischen Verhältnisse der Hefezellen vollkommen unerklärlich erscheinen.

Mit schematischen Bestimmungen der Wärmeerzeugung und des Energieverlustes nach irgendeiner der beiden eben angegebenen Methoden ist das Problem der Energetik der Mikroorganismen nicht zu erledigen.

III.

Greife ich auf die Ernährung der höheren Tiere zurück, so haben wir da zunächst zwei Hauptaufgaben der Nahrung, einmal die »Gleichgewichtserhaltung« eines Lebewesens, wobei sich eine Reihe von Nahrungsstoffen stofflich durch ihre spezifische, chemische Eigenart beteiligt (Salz, Eiweifsstoffe etc.). Der Löwenanteil der organischen Nahrungsstoffe hat energetische Aufgaben zu erfüllen.

Als zweite Aufgabe kommt einerseits das Wachstum in Betracht, an welchem die N-Gruppe wesentlich beteiligt ist. Die

Wachstumsgesetze sind für jede Spezies fest fixiert. In beschränktem Maſse kann auch ein ausgewachsenes Individuum seine Maſse ändern, im wesentlichen durch die Ansammlung von Fettstoffen, die eine wertvolle Reserve darstellen.

Es wird sich also zunächst die Aufgabe uns stellen, ob es auch bei den niedersten Wesen solch eine Doppelteilung der Ernährung gibt, also eine Fortdauer des Lebens nach erreichtem Ende des Wachstums, oder ob etwa die Bakterien gewissermaſsen in ewigem Jugendzustand sich befinden und nur solange lebhaft Stoffe verbrauchen, solange ihrer Vermehrung nichts mehr im Wege steht. Nach der heutigen Auffassung träfe nur die letztere Anschauung zu.

Endlich aber ist der Energie- und Stoffverbrauch im Stadium des Wachstums vor allem zu zergliedern und zu untersuchen, welcher Anteil von Stoffen und Kräften in den Bestand der neuen Zellen übergeht, und wieviel Energie frei und als Wärme nach auſsen hin verloren wird.

Da man bisher so ganz unvollkommene Vorstellungen über den Kraftwechsel und Stoffwechsel der Mikroorganismen besitzt, kann es uns nicht wundernehmen, daſs man an eine solche Zergliederung der Aufgaben bisher gar nicht gedacht hat. Was zurzeit vorliegt, gibt uns nur ein zwar elementar leicht nachweisliches, aber durchaus unvollkommenes Bild der Ernährungsvorgänge. Das Hauptkriterium aller Ernährungsvorgänge sieht man im Wachstum.

Ja es könnte fast den Anschein haben, als seien die Mikroorganismen zu einfacher Addition von Nahrungsstoffen befähigt! Das ist aber sicherlich ganz und gar unmöglich, es würde durchaus den sonstigen Gesetzen der Ernährung widersprechen. Das Wachstum liegt allerdings zum Teil in einer uns noch nicht näher zu erläuternden und verständlichen Anziehung des lebenden Protoplasmas begründet — eine Anziehung, welche nach den Spezies eigenartig und spezifisch geordnet ist; aber das Wachstum ist ein Teil des Lebensvorganges und um so lebhafter nur dann, wenn die Lebenstätigkeit gleichfalls eine rege ist. Bei Wachstum ist allemal ein Überschuſs an Nahrung vorhanden und seine Geschwindigkeit hängt (ceteris paribus) mit den sonstigen Umsetzungen zusammen.

Wenn wir auch auf vergleichend biologische Verhältnisse zunächst nicht weiter eingehen wollen, so ist doch so viel gewifs, die Wachstumsleistung bleibt hinter einer andern energetischen Leistung quantitativ zurück, — das ist der Stoffwechsel, der den labilen Gleichgewichtszustand, den wir Leben nennen, erhält.

Wie dem also auch des Näheren sein mag, neben dem Wachstum kommt für uns der energetische Kraftwechsel sicherlich noch als zweites Glied der Kette hinzu.

Zur Erläuterung dieser Frage kann gleich ein Versuch dienen, der an die einfachsten Verhältnisse anknüpft, die ich schon oben S. 269 angeführt habe.

Am 23. November 1897 wurde ein aus Eiern gezüchteter, lebhaftest wachsender Keim auf Agar ausgesät und blieben die Platten bis 15. Januar 1898 bei Stubentemperatur stehen. Es waren 19,44 g trockene Agarsubstanz benutzt worden mit 3,522 Kal. Verbrennungswärme.

Am Schlufs vorhanden . . .	14,123 g Agar
dazu Bakterienmasse abgetrennt	1,246 »
	= 15,37 g Substanz,

woraus folgt, dafs 4,069 g (19,44—15,37) jetzt fehlen.

Die Bakterienmasse hatte pro 1 g .	4,042 Kal.
Agar ohne die Bakterien » 1 » .	3,278 »

so dafs sich folgende Schlufsrechnung ergibt:

Anfangs vorhanden an Kal. (19,44 × 3,522)	68,51
Rest des Agars (14,12 × 3,27)	51,30
	= 17,20
17,2 Kal. sind als Umsatz vorhanden . .	17,2,
daran sind aber an diesem Defizit die Bakterien mit 1,25 × 4,04 = ...	5,05 Kal.
beteiligt,	bleiben 12,2 Kal.

In dem Bakterienwachstum stecken 5 Kal. an Verbrennungswert. Aufserdem aber sind 12,2 Kal. an Energie für das verbraucht worden, was man kurzweg in meinem Sinne Kraftwechsel heifsen müfste.

Das Wachstum ist zwar die offenkundige Erscheinung für den gewöhnlichen Beobachter, der Kraftwechsel, der nebenbei verläuft, ist aber, wie sich hier zeigt, weit wesentlicher. Es sind an 25,2% der Energie in 23 Tagen umgesetzt worden. Im übrigen bemerke ich, dafs derartige Versuche nicht ganz exakt waren, weil etwas Ammoniak beim Trocknen der Massen verloren geht.

Zur Orientierung, wie man also in der Lage ist, tatsächlich den Kraftwechsel näher neben dem Wachstum zu bestimmen, mögen die beiden Beispiele dienen. Näheres bringen ja die demnächst veröffentlichten methodisch ausgeführten Experimente.

Aus dieser gegenseitigen Beziehung zwischen Kraftwechsel und Wachstum ergibt sich von selbst, dafs ein Einflufs auf das letztere einerseits durch Substanzen, die leicht zu Leibessubstanzen werden, geübt werden kann, anderseits durch solche, welche dem allgemeinen Kraftwechsel förderlich sind. Aus den gewöhnlichen Beobachtungen über den »Nährwert« von Nährböden kann man also meist gar nichts über die wahre Ursache der Förderung des Bakterienwachstums aussagen.

Der Wachstumsprozefs ist seiner chemischen Natur nach bei den Bakterien unbedingt weit komplizierter als bei den höheren Lebewesen, weil bei ersteren synthetische Prozesse eine Rolle spielen werden. Hierbei geht es naturgemäfs ohne wertlose Abfallstücke nicht ab. Ob also Spaltungsprodukte in einer Nährlösung aus andern Prozessen oder den Prozessen des Leibesaufbaues herrühren, ist bisher überhaupt nicht Gegenstand der Erwägung gewesen. Was man also so platthin »Stoffwechselprodukte« heifst, kann ebensowohl in Wahrheit ein Produkt des Stoffwechsels in dem soeben von mir definierten Sinne, wie ein Spaltungsprodukt der Wachstumsprozesse sein.

IV.

Eine Grundbedingung aller quantitativen Studien über den Stoff- wie Kraftwechsel setzt die Kenntnis der in Aktion tretenden Menge lebender Substanz voraus.

Zwar ist die Einheit der Masse keineswegs ein einheitliches Mafs für alle Kraftwechselvorgänge, aber für eine bestimmte Spezies ist das Körpergewicht als Grundlage nicht zu entbehren.

Das Gewicht der Mikroorganismen, welche dem Versuch unterworfen werden, stellt also auch einen Kardinalpunkt aller quantitativen Studien dar. Das Gewicht ist nicht immer mafsgebend für die Erklärung der Lebhaftigkeit der Lebensvorgänge. Die Gewichtsänderungen einer bekannten Masse lebender Substanz sind entweder (Minderung) ein Zeugnis der Konsumtion oder (Mehrung) ein Beweis des Ansatzes und des Wachstums. Wir stellen daher an die Spitze unserer Studien die Forderung der Feststellung der Gröfse und Masse lebender Substanz. Welche Masse von Mikroorganismen ist bei einem Ernährungsakte in Tätigkeit?

Wenn man an die Ausführung dieses Postulats gehen will, so findet man einerseits, dafs man bisher auf diese Gesichtspunkte bei einschlägigen Fragen überhaupt nicht geachtet hat, und dafs anderseits allgemein brauchbare Methoden der Erntebestimmung überhaupt nicht vorliegen.

In der bakteriologischen Literatur wird über recht zahlreiche Untersuchungen berichtet, in welchen irgendeine Gärwirkung oder die Bildung eines Stoffwechselproduktes bei verschiedenen Kulturen festgestellt wurde. Auf Grund solcher bisweilen auch quantitativen Messungen der Produkte hat man den verschiedenen Spezies spezifische Fähigkeiten zur Bildung bestimmter Stoffwechselprodukte zugeschrieben.

So hat man das »Vermögen« der Säurebildung, Schwefelwasserstoffbildung, Nitrit- oder Nitratbildung geprüft, und man spricht von einer verschiedenen Intensität einzelner Bakterienarten hinsichtlich der aufgeführten und anderer Stoffwechselvorgänge.

Um nur Einiges von Vielem anzuführen, hat man vor Jahren eine Reihe von Bakterien auf ihre fettspaltende Wirkung unter-

1) Sommaruga, Zeitschr. f. Hygiene, XV, S. 17 u. 183.

sucht, indem man verschiedene Kulturen in fetthaltigem Nährboden wachsen liefs und die Spaltungsvorgänge miteinander verglich. In ähnlicher Weise hat Hesse die Kohlensäureentwicklung und die O-Aufnahme geprüft, indem er die über den Kulturen sich ansammelnden Gase analysierte usw.

Praktische Schlufsfolgerungen über spezifische Leistungen lassen sich daraus durchaus nicht ableiten.

Die Säurebildung, Schwefelwasserstoffbildung, Nitrat- oder Nitritbildung u. dgl. mehr sind in solchen Fällen nicht allein der Ausdruck supponierter spezifischer Verschiedenheiten der Zerlegungsenergie, sondern ebensowohl ein Ausdruck für eine Verschiedenheit der Mengen der wirksamen lebenden Substanz.

Aus einer kleinen Aussaat haben sich bei den Versuchen Milliarden von Keimen entwickelt, je nach der Qualität des Nährbodens hier mehr, dort weniger. Ihre wirkliche Gröfse ist dem Beobachter stets unbekannt gewesen; der Augenschein guten oder schlechten Wachstums gibt auch keinen genäherten Anhaltspunkt.

Wir würden es unbegreiflich finden, wenn jemand Studien über den Konsum von Nahrungsmitteln oder die Bildung von Stoffwechselprodukten an zwei verschiedenen Tierarten anstellen wollte, ohne dafs er sich vergewissert, wieviele Individuen von beiden Arten vorhanden seien und welches Körpergewichtsmafs sie repräsentieren.

Wenn demnach derartige, den Stoffwechsel betreffende Untersuchungen einen wirklichen Wert haben sollen, so müssen sie, wenn es eben nicht nur auf qualitative Unterschiede ankommt, mit Erntebestimmungen irgendwelcher Art verbunden werden.

Ein spezifischer Stoffwechsel kann nur so ausgedrückt werden, dafs sich auf die Gewichtseinheit berechnete Gröfsen des Umsatzes angeben lassen; mit den quantitativen Untersuchungen des Umsatzes mufs eine Erntebestimmung Hand in Hand gehen.

Diese Erntebestimmungen können nach den Gesichtspunkten, die sich aus meinen Darlegungen ergeben, ohne weiteres nur

gewichtsanalytische und eben Massenbestimmungen sein; ich werde nur über solche im nachstehenden sprechen.

Erntebestimmungen haben also zweierlei Aufgaben, so gut wie ausschliefslich sind sie in Fällen, wie ich weiter unten aufführe, verwendet worden, um einen quantitativen Ausdruck für einen das Wachstum begünstigenden oder mindernden Einflufs zu gewinnen.

Erntebestimmungen haben aber in meinem Sinne noch eine andere Bedeutung, indem sie uns ermöglichen, den Stoff- und Kraftwechsel auf die Menge der wirkenden lebenden Substanzen zurückzuführen. Da man diese Gröfse des Stoff- und Kraftwechsels überhaupt bisher nicht kannte, ist natürlich auch eine Verwendung in diesem Sinne nicht nötig und möglich gewesen.

Erntebestimmungen sind vielfach im Interesse des Studiums der günstigsten Lebensbedingungen ausgeführt worden. Ich nenne hier zunächst die Untersuchungen von Raulin an Schimmelpilzen. Er sammelte z. B. die Häute, welche Aspergillus bildet, drückte sie mit den Fingern aus und legte sie zum Trocknen auf einen Teller.[1]) Abgesehen davon, dafs man damit wenigstens für die von mir erstrebten Ziele nicht ein befriedigendes Ergebnis erzielen würde, weil hierbei offenbar auch ungleiche Entwicklungszustände der Mikroorganismen mit unterliefen, liegen die Verhältnisse wieder bei andern Gruppen von Mikroorganismen wesentlich ungünstiger und lassen solche einfache Trennungen nicht zu.

Bei Hefen haben Pasteur und seine Vorgänger wie Nachfolger sich der Wägung der abfiltrierten Hefe, bzw. des Trockengehalts oder auch N-Gehalts bedient. In der Tat ist es ja bei ausgegorenen Flüssigkeiten leicht, die Hefe sogar durch Dekantierung abzuscheiden oder mit unseren Hilfsmitteln, wie den Zentrifugen, zu trennen. Schwieriger wird die Sache aber schon dann, wenn die Gärung noch nicht beendigt ist. Man erhält dann mehrfach trübe Filtrate.

---

1) Schützenberger, S. 86.

Man kommt aber über diese Schwierigkeiten allerdings wieder hinweg, wenn man die Hefen tötet (durch Chloroform) und nunmehr filtriert und zentrifugiert. Letzteres habe ich zumeist vorgezogen.

Das Trockengewicht der Hefe kann man als die wirksame Masse nicht ansehen, wenn auch mancherlei Prozesse schon verständlicher werden unter Zugrundelegung einer solchen Einheit, doch komme ich darauf bei anderer Gelegenheit zurück.

Betrachten wir die Verhältnisse bei den Spaltpilzen, so kommt bei einigen die Hautbildung vor, bei allen ein Sedimentieren, wenn die Kulturen älter werden, aber leider nicht immer dann vor, wenn es eben zur Bestimmung einer Ernte dienen könnte. Jedenfalls kann man an diese gelegentlichen Vorkommnisse keine Methodik gründen.

Da scheinen die festen Nährböden, Gelatine, Agar oder auch die Kartoffel u. dgl. wie geschaffen, um eine reinliche Scheidung zwischen Nährmaterial und Nährboden zu vollziehen. In manchen Fällen bieten sich dabei auch wirklich recht günstige Verhältnisse; ich habe schon in meinem Marburger Laboratorium durch den so früh verstorbenen Prof. E. Cramer diese Ernten auch näher auf ihre Beschaffenheit untersuchen lassen und wir haben dabei erkannt, dafs es keinesfalls angängig wäre, die Ernten als gleich zusammengesetzte Dinge zu betrachten. Sie sind variabel je nach dem Nährboden, auf dem die Ernte gewonnen wird, wie Cramer zuerst gezeigt hat, weshalb man sich auf das dem Protoplasma ureigenste Element, das auch die geringeren Schwankungen in seinen natürlichen Verbindungen aufweist, den N, zu halten hätte.

Freilich auch dagegen könnte man wieder einwenden, nicht aller N ist in Form von Eiweifsstoffen im Protoplasmas vorhanden, ein Teil in der Form von Extraktivstoffen und Zersetzungsprodukten. Bekannt sind solche Vorkommnisse bei den Hefen, und bei den Bakterien habe ich und Cramer die gleichen Verhältnisse gesehen. Aber schliefslich sind wir auch bei den höheren Wesen über diese Fehlerquelle nicht hinausgekommen.

Die Erntegewinnung von festem Nährboden weg ist übrigens nicht so einfach und fehlerfrei wie man denkt.

Manchmal läfst sich Ernte und Nährboden nur schwer trennen, weil der Nährboden erweicht oder ein Hineinwuchern der Keime in denselben eingetreten ist. Wie dies letztere quantitativ zu beurteilen wäre, kann man meist nicht mit Bestimmtheit sagen.

Die Benutzung fester Nährböden leidet vielleicht noch an einem andern Übel, nämlich dem, dafs der Nährboden im Verhältnis zu der Menge der Ernte sehr grofs und die Ausnutzung weniger günstig ist, weil die Diffusion der Nahrungsstoffe eine beschränkte bleibt und Schichten der Bakterien allmählich aufser Kontakt der Nährfläche gehoben werden.

Immerhin aber kann man für einige Aufgaben sich auch dieser Methodik bedienen, die ja auch den nicht zu verschweigenden Vorteil besitzt, dafs gelegentliche Verunreinigungen aufs leichteste zu sehen und zu eliminieren sind.

Viel günstigere Experimentierbedingungen bieten unzweifelhaft Lösungen. Die Verteilung des Nährmaterials ist eine sehr gleichmäfsige und deshalb auch eine bessere Verwertung von vornherein zu erwarten.

In flüssigen Nährböden kann man schon durch gewisse äufsere Erscheinungen den Zeitpunkt verminderter Nährkraft erkennen, indem sich die Bakterienmasse allmählich abscheidet, die Lösung klärt. Diese wohl bei den Hefen zuerst festgestellten Erscheinungen lassen sich mit einer gewissen Berechtigung auch auf die Ernährungsvorgänge bei den Spaltpilzen übertragen.

Allerdings ist die Gefahr einer gelegentlichen Verunreinigung bei den flüssigen Nährböden von weitergehenden Folgen als die Verunreinigung einer Plattenkultur; aber die leichtere Bearbeitung der Flüssigkeiten, die bessere Mischung sprechen vielfach für die Benutzung dieser Nährböden.

Leider begegnet die Abscheidung der Ernte aber erheblichen Schwierigkeiten, wenn man von dem einen Fall des spontanen Absetzens absieht, doch auch bei diesen ist die Scheidung der Ernte von der Flüssigkeit nicht so glatt als man wohl nach dem Aussehen annehmen möchte.

Für Ernährungsstudien mufs zu jedem durch die Überlegung geforderten Momente die Unterbrechung der Untersuchung durchführbar sein. Durch einfache physikalische Eingriffe war dies in allen Fällen, die ich prüfte, unmöglich oder die Scheidung unbefriedigend. Die Filtration durch Papier versagt fast immer, manchmal erhält man, wie ich später sah, bis zu $^2/_3$, manchmal noch weniger der Ernte, auch nicht sicher nur Bakterien sondern auch unorganisiertes Sediment. Vorheriges Erwärmen bessert nicht viel an den Schwierigkeiten.

Ich bin daher zu Versuchen übergegangen, durch Chemikalien eine Scheidung zwischen Nährmaterial und Ernte zu versuchen; auch dieser Weg schien anfänglich zu keinerlei befriedigendem Resultat zu führen. Zusätze von Desinfizientien wie Formaldehyd gaben keine Resultate. Auch mit Kollodiumzusatz gelang es nicht gleichmäfsige Ausscheidungen zu erhalten.

Der Alkohol ist als Fällungsmittel ziemlich unbrauchbar, da er in grofser Menge angewendet werden mufs (1 : 10) um Ausscheidungen hervorzurufen und dann mancherlei neben den Bakterien fällt. Viele Bakterien bleiben in der alkoholischen Flüssigkeit in feinster Suspension.

Alsdann bin ich dazu übergegangen, neben anderem, verschiedene Metallsalze in ihren fällenden Eigenschaften einer Untersuchung zu unterziehen, wie Kadmiumchlorid, Nickel-Kobalt-Zinnbichlorid, Goldchlorid, Eisenoxydhydrat; am leichtesten handzuhaben ist die Eisenfällung mittels Eisenacetat in der Wärme.

Schon vor vielen Jahren habe ich die ersten solcher Experimente gelegentlich der Untersuchung des Schwefelstoffwechsels gewisser Spaltpilze mitgeteilt.[1])

Ein derartiger Weg einer chemischen Fällung mufs die Nahrungsmittel der Bakterien unberührt lassen und nur sie selbst als Fällungsmittel treffen; somit kam es nicht nur darauf an ein brauchbares Fällungsmittel, sondern auch einen brauchbaren Nährboden zu finden.

1) Archiv f. Hygiene, XVI, S. 78.

Das Verfahren, welches in beiden Richtungen hin sich als brauchbar herausstellte, war die Anwendung des Fleischextraktes als Nährstofflösung und des essigsauren Eisens als Fällungsmittel. Keime, welche in Fleischextraktlösungen ohne weitere Beigabe eines andern Nährstoffes wachsen, gibt es eine grofse Menge. Man hat daher nur eine Spezies auszuwählen, welche möglichst grofse Ernten liefert.

Solche Keime gibt es eine ganze Reihe, ja manche wachsen mit ganz besonderer Üppigkeit auf diesem Nährboden, aber auch mit pathogenen Keimen, Typhus, Cholera, Diphtherie u. dgl. habe ich genügenden Wachstumserfolg erzielt.

Man wird bei Prüfung der Eisenfällung leicht sehen können, dafs die Scheidung in klare Flüssigkeit und Sediment (bei 100 °) sich schnell vollzieht, den Niederschlag kann man leicht filtrieren noch besser wird er zentrifugiert.

Über den Vorgang der Ausfällung von Bakterien durch Eisen habe ich schon in der oben zitierten Abhandlung[1]) nähere Angaben gemacht, welche sich auf den in der Ernte auftretenden Schwefel beziehen. Ich hatte gefunden, dafs aus Fleischextrakt durch die Eisenmethode, wie ich kurz sagen will, etwas schwefelhaltige Substanz gefällt wird, dafs diese Schwefelmenge bei weiterem Zusatz an Eisensalz abnimmt, und bei weiterer Vermehrung des Eisenzusatzes zwar ein Niederschlag aber keine Fällung weiterer schwefelhaltiger Substanz zu beobachten sei. Dieser in den Eisenniederschlag übergehende Schwefelgehalt des Extraktes macht wenig Schwankungen durch, auch nach dem Wachsen von Bakterien fand ich diesen Schwefelanteil wieder unverändert vor, wie sich nach Filtrieren der besäten Bouillon durch ein Tonfilter zeigen läfst.

Die Ernte an Bakterien verrät sich sehr bald durch den Zuwachs an Schwefel, der in dem Eisenniederschlag gewonnen wird. Freilich gerade der Schwefel ist dasjenige Element, dessen Nachweis zu den schwierigsten Aufgaben gehört, da er sehr spärlich im Bakterienleib enthalten ist, indem 100 g frische Bakterien z. B. nur 0,092 g S lieferten.

1) Archiv f. Hygiene, XVI, S. 78.

Ich habe auch früher Beleganalysen darüber mitgeteilt, dafs von dem Schwefel, welcher künstlich durch Hinzufügen von Bakterienkulturen zu Bouillon dieser beigemengt wird, die Eisenmethode allen wieder zur Ausscheidung bringt. Somit ist für das Element Schwefel bereits schon jetzt ein genügender Beweis für die Verwendbarkeit der Eisenmethode gegeben.

Die Brauchbarkeit der Methode wird übrigens noch nach andern Gesichtspunkten zu prüfen sein, wenn wir näher dargelegt haben, inwieweit die Ernte einer besonderen Untersuchung unterzogen werden soll.

Wenn man sich die Aufgabe stellt, den Stoffwechsel der Bakterien einer eingehenden Untersuchung zugänglich zu machen, so mufs man von vornherein darauf ausgehen, nicht die Versuche im kleinen durch mikroskopische Technik zu entscheiden, vielmehr bedingt es die Eigenart dieser in Frage kommenden Prozesse, den makroskopischen Versuch vorzuziehen.

Die in den Eisenniederschlag eingeschlossenen Bakterien lassen sich unter den obwaltenden Umständen nicht gut nach ihrem einfachen Trockengewichte bestimmen. Es wäre dies auch meiner Meinung nach auch kein besonderer Vorteil seitdem man durch die Untersuchungen von E. Cramer weifs, dafs die chemische Zusammensetzung der Bakterien ganz analog wie bei tierischen Organismen keine einheitliche, sondern mit dem Nährboden schwankende ist.

Gelegentliche Versuche, durch Lösen des Niederschlages in Salzsäure oder Zitronensäure, die Bakterien für sich einer weiteren Behandlung zugängig zu machen, liefsen sich vielleicht weiter führen. Ich verzichtete aber hierauf aus andern Erwägungen. Soweit wir das Wachstum vom energetischen Standpunkte in Bausch und Bogen verfolgen wollen, ist die Sache durch die kalorimetrische Bestimmung und Untersuchung einfach genug — ich komme später darauf zurück —; insoweit sich die Gesetze des Wachstums sollen feststellen lassen genügt die Kenntnis zweier Elemente: die Bestimmung des N und des S, in Analogie zu den Verhältnissen des Tierleibes unter der Voraussetzung allerdings bestimmter Bakterienspezies, die den SH_2 nicht als

Nahrung gebrauchen und direkt S ansetzen wie die Beggiatoen. Will man die Gesamtmasse des Ansatzes kennen lernen, so gibt die kalorimetrische Methode sehr brauchbare Resultate.

Eine 6proz. alkalische Fleischextraktlösung enthält bei 36° mit Luft gesättigt 1,03 ccm Sauerstoff pro Liter (bei 0° und 760 mm Druck). Während des Wachstums der Keime dürfte der Sauerstoffgehalt der Flüssigkeiten erheblich abgesunken sein, obgleich durch den Wattpfropf erneut Luft zutreten konnte. Es mufs sich somit bei meiner Versuchsanordnung um Zersetzungen bei vermindertem Sauerstoffgehalt gehandelt haben.

Eine 0,75	proz.	Fleischextraktlösung	gibt	1,0022	spez.	Gewicht
1,50	»	»	»	1,0051	»	»
3	»	»	»	1,0114	»	»
6	»	»	»	1,0340	»	»

0,75% frisch entsprechen 0,58% Gehalt an Trockensubstanz.

Anfänglich habe ich mich der üblichen Alkalisierung des Fleischextraktes bedient, wie sie eben bei bakteriologischen Arbeiten die Regel bildet; späterhin aber habe ich diesem Punkte gröfsere Aufmerksamkeit in quantitativer Hinsicht geschenkt. Es wurde mit Normalnatronlauge neutralisiert; 1 l gebrauchte meist 50—80 ccm wenn das erste Auftreten von Blau bei rotem Lackmus oder das Verschwinden von Rot bei blauem Lackmus gewählt, und 110—120 wenn der Phenolphthaleinpunkt genommen wurde.[1]) Die Menge des verbrauchten Normalalkali wurde notiert und nach den Versuchen die gleiche Menge Normalschwefelsäure zugegeben und das Entweichen der Kohlensäure und etwa des Schwefelwasserstoffes, der übrigens nie in beträchtlicher Menge auftrat, abgewartet.

Zur Fällung verwende ich, wie an anderer Stelle schon berichtet, Lösungen von essigsaurem Natron- und Eisenchlorid, die in äquivalenten Mengen gemischt werden. Der Zusatz wird so ausprobiert, dafs man mit den kleinsten Mengen Eisen-

1) 6proz. Peptonlösungen brauchten nur $^1/_4$ hiervon.

salz auskommt; die steril gebliebenen Kontrollösungen werden ebenso behandelt, $^1/_2$ Stunde im Dampfkochtopf sterilisiert, zentrifugiert, und wenn die Flüssigkeit beim Auswaschen mit destilliertem Wasser sich trübt, wird eine Spur Essigsäure zugegeben, der Niederschlag schliefslich mit etwas Alkohol aufgeschwemmt und auf Uhrgläser gebracht und getrocknet.

Auf die weitere Behandlung der Flüssigkeiten für kalorimetrische Zwecke komme ich in einer späteren Arbeit zu sprechen.

Jedes der angewandten Extrakte gab eine Fällung (die Fällung versteht sich von selbst wegen der Phosphate), die aufser anderm stets N und S einschliefst. Die Natur dieser Fällung hat natürlich für die weitere Anwendung der Methodik ihre Bedeutung.

Man könnte da an die von Siegfried angegebene und umstrittene Fleischsäure denken. Die Fleischsäure bildet einen wesentlichen Teil der Extraktivstoffe der Muskeln, also auch des Fleischextraktes und findet sich an Phosphorfleischsäure ebenso reichlich wie Kreatin.[1] Die Fleischsäure ist auch ein normaler Harnbestandteil, wie Siegfried zuerst dargetan hat.[2] Fleischsäure wird erhalten als Carniferrin, einer Eisenverbindung der Phosphorfleischsäure, in Alkalien löslich, und als basische Eisenverbindung der Fleischsäure, in Alkalien unlöslich; beide kommen auch in dem Harn vor.

Die freie Fleischsäure wird durch Phosphorwolframsäure und Tannin gefällt aber nicht durch Bleiessig, Ferrocyankalium und Essigsäure, Millons Reagens. Gibt, mit Kupferoxydhydrat gekocht, die grüne Lösung fleischsaueren Kupfers.

Das Carniferrin[3] ist ein noch ziemlich zusammengesetzter Körper, in dem er beim Erhitzen mit Barythydrat, in Fleischsäure, eine Kohlehydratgruppe, Bernsteinsäure und Paramilchsäure zerfällt. Die Fleischsäure ist identisch[4] mit dem Antipepton Kühnes, eine einbasische Säure von der Zusammensetzung $C_{10} N_3 O_5 H_{15}$.

Die Verbindung, in der wahrscheinlich diese Substanzen enthalten sind, wird als Nukleon bezeichnet. Von Kutscher[5]) wird die Einheit dieser Stoffe bestritten, er meint, dafs hier Gemenge vorliegen.

Für die vorliegende Frage kann ein weiteres Eingehen in die Angelegenheit überflüssig erscheinen, da mich hier nur die Möglichkeit des Vorkommens solcher mit Eisen fällbarer Stoffe interessiert hat.

---

1) Archiv f. Anat. u. Physiologie, 1895, S. 1.

2) Ber. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaft., 1893, S. 488. Mathem.-phys. Klasse.

3) Siegfried, Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt., 1894, S. 401 u. Zeitschr. f. physiol. Chemie, XXI, S. 361.

4) P. Balke, Zeitschr. f. physiol. Chemie, XXII, S. 255.

5) S. Mays Zeitschr. f. Biol., XXXIV.

Ich bemerke, dafs das Carniferrin des Handels pro 1 g Trockensubstanz 1,818 Kal. liefert, was erheblich über dem durchschnittlichen Kalorienwert der Eisenfällung meiner Versuche liegt, was sich z. T. so erklären könnte, dafs eben in dem Eisenniederschlag aus Fleischextrakt erhebliche Mengen phosphorsaures Eisenoxyd mit übergehen.

1 g käufliches Carniferrin hatte 0,46 g organisch, was demnach 3,951 Kal. pro 1 g organisch ausmacht. Auf 1 Teil N trafen 55,1 Kal. Die Eisenfällungen des Fleischextraktes zeigten ein ganz anderes Verhalten, indem sich die Relation N : Kal. um 1 : 31 herumbewegte. Es kommen also offenbar verschiedene Stoffe dabei in Betracht.

Einen brauchbaren Bakteriennährboden mit Carniferrin herzustellen, gelang nicht.

Aus Fleischextrakt läfst sich eine bestimmte Menge von Stoffen abscheiden, die mit in den Eisenniederschlag übergehen. Es sind dies die rotbraunen Flocken, welche man mittels Aussalzen durch schwefelsaueres Ammoniak oder mittels Zink-sulphat erhalten kann.[1])

Diese Flocken lassen sich im Wasser, wenn auch mit gewissem Rückstande lösen mit brauner Farbe, geben starke Biuretreaktion. Die Substanz oder das Gemenge kann man mittels essigsauren Eisens fällen, aber nur schwer, man braucht sehr viel Eisenniederschlag um klare Scheidung zu erzielen.

Auch wenn man Fleischextrakt (6%) mit 40 ccm Eisenmischung, die hinreicht sehr bedeutende Bakterien und Hefemasse zu fällen, nämlich bis 50 g! nach dem Zentrifugieren nochmals fällt, kann man wieder mittels Ammoniumsulfat erhebliche Mengen dieser Substanz nachweisen.

Aus Flüssigkeiten, in denen Bakterien massenhaft gewachsen waren, liefsen sich nach dem Versuch und nach der ersten Eisenfällung erhebliche Mengen fällen, ein Beweis, dafs diese Substanz oder dieses Substanzgemenge wenig oder gar nicht angegriffen wird.

Aus der Zinkfällung läfst sich die Substanz durch heifses Wasser als rotbraune Flüssigkeit von dem phosphorsauren Zink scheiden und dann um weniges leichter mit Eisen fällen als die aus schwefelsaurem Ammoniak gewonnene Masse. Jedenfalls

1) Über die Niederschläge mit schwefelsaurem Ammoniak s. b. Mays, a. a. O., Zeitschr. f. Biol., XXXIV.

steht aber soviel sicher, dafs diese Substanz einen Teil der Eisenfällung des sterilen Extraktes bildet. Ich habe den N-Gehalt und Kaloriengehalt dieser Eisenniederschläge bestimmt, aus einer grofsen Menge von Extrakt erhielt ich 0,153 g N bei der Ausfällung mit Ammoniumsulfat und 0,127 g N bei der Zinkfällung. Der Grund zur Differenz lag in dem Umstande, dafs letztere Probe nur den im Wasser löslichen Teil der Zinkfällung umfafste. 1,7 g Unlösliches der Zinkfällung enthielt noch organische Substanz und N.

Das vom Eisenniederschlag, der in einer Lösung der aussalzbaren Substanz erzeugt worden war, Abfiltrierte bzw. Abzentrifugierte wurde eingedampft und wieder mit Ammoniumsulfat gefällt. Man erhält eine harzige Ausscheidung, die am Glasstabe leicht klebt und so einfach aus der Flüssigkeit entfernt werden kann. Die fadenziehende Masse gibt Biuretreaktion und ist tiefbraun gefärbt. Durch Eisen ist demnach zwar nicht alles, aber die ganze überwiegende Masse der Ammoniumsulfatfällung ausscheidbar.

Aus den Nährlösungen, aus welchen durch Eisen die fällbaren Substanzen teilweise abgeschieden sind, kann man nachträglich noch die Ammoniumsulfatfällung erhalten. Ebenso aber auch da wo der Extrakt nicht steril war, sondern Bakterien 8 Tage bei 36° gewachsen sind.

Ich habe solche Fällungen in Wasser aufgenommen, mit Magnesia destilliert und die Gesamtstickstoffbestimmung gemacht. So fand sich in sterilem (mit Eisen vorbehandeltem) Extrakt

$$\left.\begin{matrix} \text{a) } 0{,}273 \\ \text{b) } 0{,}246 \end{matrix}\right\} 0{,}258 \text{ N; in der Kultur } \left.\begin{matrix} 0{,}188 \\ 0{,}211 \end{matrix}\right\} 0{,}200$$

pro 500 ccm 6% Nährlösung. Also eine Abnahme von ca. 22%. Eine solche macht sich natürlich bei jener Art von Eisenfällung nicht geltend, bei der nur kleine Eisenmengen benutzt, und die fällbare Substanz nicht in toto ausgeschieden wird. Ja ich kann nicht einmal sagen, ob nicht etwa das Aufgezehrte d. h. das Defizit den durch Eisen nicht fällbaren Anteil darstellt. Angenähert mag das durch Ammoniumsulfat Fällbare rund 9 bis 10% des Gesamt-N des Fleischextraktes ausmachen. Dafs keine einheitliche Substanz vorliegt, ist sicher. Wenn auch gründlich mit

Ammoniumsulfat gewaschen wird, können übrigens immer noch auch an sich nicht fällbare Körper in den Niederschlag übergehen.

Ich habe ausgedehnte Versuche über die Beschaffenheit dieser Eisenfällung gemacht und möchte hier nur die Resultate einer sehr umfangreichen Reihe systematischer Analysen geben, bei denen von einem grofsen Vorrat an Extrakt eine filtrierte Lösung hergestellt und aus dieser dann in einzelnen Experimenten mit wechselnden Mengen von Eisenmischung die Fällungen erzeugt wurden. Die Eisenniederschläge werden (in doppelten Proben und wieder in Doppelanalysen) auf ihren N und auf ihren Brennwert mit der Berthelotschen Bombe untersucht.

Ausgangsmaterial 6% Lösung. (500 ccm)

Angewendet Eisenmischung	Von 100 Teilen N wurden gefällt	Von 100 Kal. wurden gefällt
20 ccm	0,03	0,70
40 »	1,54	1,32
80 »	3,59	2,85
120 »	4,16	3,88

Die organische Substanz wird also schon zur Fällung gebracht durch die allerersten Anteile an Eisensalz, welche man zusetzt; die phosphorsauren Salze sind selbstverständlich dabei nur wenig am Niederschlag beteiligt, oder, besser gesagt, längst noch nicht gefällt. Über die Grenze von 120 ccm Eisenmischung hinauszugehen hatte keinen Sinn, da solche Mengen ohne praktisches Interesse wären.

Rechnet man, wieviel durch je einen Kubikzentimeter Eisenlösung gefällt wird, so hat man in Prozenten zum Gehalt ausgedrückt:

	für den N	für die Kal.
bei 20 ccm Mischung	0,046	0,035
» 40 » »	0,038	0,033
» 80 » »	0,044	0,036
» 120 » »	0,034	0,032

Die Fällung verlief hier demnach sehr gleichartig, besonders gut stimmen die kalorimetrischen Messungen für die Annahme, dafs gleiche Eisenmengen, gleiche Substanzmengen gewissermafsen von einem bestimmten Vorrat an Stoffen wegnehmen.

In einer andern Versuchsreihe wurde gleichfalls in analoger Weise verfahren, nur waren je 400 ccm Extrakt angewandt worden. Dabei wurden pro 1 ccm Eisenmischung

0,048 % des N und 0,044 % der Kal.

gefällt, rechnet man auf die Volumen von 500 ccm, so entsprechen dann die bezüglichen Werte $^8/_{10}$ der obigen; also

0,038 % N und 0,035 % Kal.,

was befriedigend übereinstimmt. Nur war hier auffällig, dafs die erste Probe, wobei nur 16 ccm Eisenmischung in Anwendung kamen, verhältnismäfsig arm an N war. Dies glich die nächste Fällung aus. Die Farbe der Niederschläge ist, was nebenbei bemerkt werden mag, mit zunehmender Eisenmenge eine wechselnde und geht vom bräunlichen allmählich ins braunrote über.

In einer dritten Versuchsreihe, in der dreimal hintereinander mit Eisen gefällt wurde, gab es Resultate, die sehr nahe den oben mitgeteilten entsprachen.

Im ganzen Extrakt war das Verhältnis von N : Cal. = 1 : 30,3 in den einzelnen Fraktionen aber unter dieser Zahl:

				1 N : Kal.
bei	20	ccm	Mischung	24,7
»	40	»	»	27,7
»	80	»	»	25,7
»	120	»	»	29,1.

Da die Niederschläge sehr gründlich ausgewaschen worden waren, so kann es sich nicht um ein mechanisches Niederreifsen von Substanzen handeln, auch die abweichende Relation N : Kal. spricht dafür, dafs bestimmte Stoffgruppen in dem Niederschlag stecken. Man kann also den Eindruck nicht zurückweisen, als wenn die ersten, kleinen Eisenmengen Substanzen von anderer Zusammensetzung als die gröfseren Eisenmengen es taten — gefällt hätten.

Aus diesen Analysen gibt sich die Notwendigkeit für jeden Versuch unter denselben Bedingungen, unter denen man die Bakterien fällt, auch die Nährlösung zu untersuchen, um die allenfallsige Korrektion zu erhalten. Dies ist auch jedesmal geschehen. Gewifs verhalten sich auch nicht alle Extrakte, was die Menge dieser fällbaren Substanz anlangt, ganz gleich.

Auch auf einen anscheinend nebensächlichen Umstand möchte ich hinweisen, nämlich darauf, dafs namentlich in den konzentrierten Fleischextraktlösungen leicht etwas Ungelöstes auf dem Boden zurückbleibt, harte Kristalle usw. Schon Mays hat darauf hingewiesen, dafs es namentlich Kreatinkristalle sind, die sich bisweilen so schwer lösen.[1]) Im folgenden wird man nähere Angaben finden, wieweit bisweilen solche Ausscheidungen Einflufs haben können.

Wenn man Fleischextrakt durch ein Chamberlandfilter filtriert, erhält man im Filtrat eine gewisse Menge von durch essigsaures Eisen in der Wärme fällbarer Substanz. 30 g frisches Extrakt in 500 g Wasser verteilt, enthielten 2,70 g N; mit Eisen war fällbar 0,185 g. Die Lösung wurde durch ein Tonfilter filtriert und nachgewaschen, der N Gehalt dieses Filtrats betrug 0,148 g, somit gehen 80,0% der durch essigsaures Eisen fällbaren Substanz durch das Tonfilter hindurch. Am besten wird der Fleischextrakt, nachdem es in geeigneter Weise neutral oder alkalisch gemacht worden ist, noch filtriert, um diese kleinen Reste flottierenden Materials, die man mit freiem Auge nicht erkennen kann, zu beseitigen. Ich möchte aber noch erwähnen, dafs möglicherweise die durch Ammoniumsulfat fällbare Substanz auch nicht völlig durch ein Tonfilter geht; näher untersucht habe ich dieselbe daraufhin allerdings nicht.

Schon aus dem oben Angegebenen läfst sich entnehmen, dafs die eisenfällbare Substanz zweifellos zum Teil mit der durch Ammonsulfat fällbaren Substanz identisch ist, und dafs diese aber selbst nach 8tägiger Bakterienkultur nicht aufgezehrt wurde. Ich habe daher auch noch einen andren Weg eingeschlagen, um über diese Gröfse und die Möglichkeit ihrer Zersetzlichkeit noch ins klare zu kommen.

In ein paar Reihen habe ich die eisenfällbare Substanz im Extrakt und dann nach Filtration der Bakterienkulturen durch Chamberlandfilter wieder bestimmt. Folgende Reihen mögen angeführt sein:

Kolben mit je 500 ccm Fleischextrakt (30 g) blieben 8 Tage bei 36° im Brutschrank. Der Versuch ergab:

Gehalt der Lösung an Extrakt:	N im Eisenniederschlag:
30 g	0,589 g
15 »	0,345 »
7,5 »	0,106 »

1) Die Nährlösungen mufsten stets filtriert angewendet werden.

Der Inhalt der Kontrollkolben, zur Filtration durch ein Tonfilter verwendet, lieferte an N im Filtrat:

bei 30 g	0,024	während vor dem Versuch gefunden wurden	0,018
» 15 »	0,014	» » » » » »	0,011
» 7,5 »	0,009	» » » » » »	0,007

Sonach war in diesem Falle eine Abnahme der mit Eisen fällbaren löslichen Substanzen entweder überhaupt nicht eingetreten oder durch die Erzeugung ähnlicher Substanzen wieder abgeglichen worden.

Ganz ähnlich waren die Ergebnisse, als die Versuche sehr lange fortgesetzt wurden.

Es fand sich im Filtrat an Eisen fällbar:

nach	1. Woche:	2. Wochen:	4. Wochen:
bei 36°	0,037	0,051	0,050 g N
» 10°	0,061	0,064	0,066 » »
» 0°	0,065	0,066	0,066 » »

demnach keine wechselnden Mengen; vielmehr eine bei der Kleinheit der Zahlen recht befriedigende Übereinstimmung.

Nur ein einziges Mal zeigte sich in einer Reihe nach dem Bakterienwachstum etwas weniger Eisenfällung als zu Beginn der Experimente, so dafs man dabei an ein Verzehren eines Teils der eisenfällbaren Substanz hätte denken können. Im ganzen hat aber dies, selbst wenn ähnliches bisweilen eintreten sollte, auf das Resultat wenig Einflufs, weil ja der Fehler nur nach länger dauerndem Versuche eintritt, wo die Ernten an sich schon bedeutende sind.

Soviel ich ersehe, hängt das Resultat ganz davon ab, in welchem Masse man Eisen bei den Fällungen anwendet. Wird wenig benutzt, wie es der richtige Weg ist, dann findet sich in dem Filtrat auch keine Abnahme, weil ja, wie oben gezeigt wurde, höchstens ein Bruchteil dieser Substanzen angegriffen und von diesen Bakterien verwendet wird. Wollte man die Gesamtmasse zur Fällung bringen, dann mag sich wohl ein Defizit zeigen. Im übrigen wäre erst noch eingehender zu unter-

suchen, ob die ganze Menge der durch Ammoniumsulfat fällbaren Stoffe (d. h. der löslichen) überhaupt völlig durch den Chamberlandfilter geht.

Ich meine also, man kann bei den später zu berichtenden Versuchen über das Wachstum nur einen unerheblich ins Gewicht fallenden Fehler machen, wenn man die Eisenfällung als konstant unter den obwaltenden Verhältnissen ansieht.

V.

Die Eisenfällung beruht zum Teil darauf, dafs das Eisenacetat bei 100° in Eisenoxydhydrat und Essigsäure zerfällt und die erstere zum Teil rein mechanisch suspendierte Stoffe (Bakterien) niederschlägt. Die Vorgänge, die aber in Fleischextraktlösungen und bei Gegenwart von Bakterien eintreten, sind doch weit komplizierter.

Der Fleischextrakt selbst gibt natürlich schon wegen seiner phosphorsauren Salze erhebliche Niederschläge, deren Herkunft man dann leicht durch die Farbe des phosphorsauren Eisens erkennen kann. Aber wie gesagt, erhält man auch Niederschläge, die den vorgenannten recht unähnlich sind; rot und bräunlich gefärbte. Wie ich oben gezeigt habe, fällt neben dem phosphorsauren Eisenoxyd jedesmal auch eine organische Substanz oder ein Gemenge von solchen aus, das reich an Farbstoffen und sehr locker an Konsistenz die Abweichungen in dem Aussehen der Eisenfällung hervorruft.

Eine weite Vorfrage bezüglich der Methodik wäre nun die, ob dann, wenn Bakterien gewachsen sind und mit Eisen gefällt werden, der Eisenniederschlag in denselben und gleichen Mengen auftritt wie ohne die Bakterien. Da mit den letzteren nicht bequem zu arbeiten ist, weil es viele Mühe kostet, grofse Mengen für Versuche bereit zu halten, benutzte ich sogenannte Doppelhefe, welche gründlich mit Wasser gewaschen wurde um fremde Beimengungen tunlichst zu beseitigen.

Man kann beobachten, dafs die Hefe (wie auch Bakterien) schon in der Kälte und in reinem Wasser, dem Eisenmischung zugesetzt, letztere in Beschlag nehmen und zum kleinen Teil

auch spalten.[1]) Diese Anziehung besteht auch in der Wärme und bei Gegenwart anderer Substanzen, wie der Phosphate und der mit Eisen fällbaren Substanzen des Fleischextraktes.

Ich habe quantitativ geprüft, ob die Hefe gewissermaſsen diese letzteren Stoffe zu verdrängen vermag. Folgende Tabelle gibt die Mittelzahlen einer hierüber angestellten gröſseren Versuchsreihe.

Tabelle I.

Anordnung des Versuches	Eisenniederschlag in g	N darin	Kal. darin	1 g Niederschlag g Kal.
50 g Hefe + 40 Eisenmischung + 500 Wasser	5,910	0,471	25,91	4385
Fleischextrakt 500 + 40 Eisenmischung . . .	1,386	0,037	1,145	826
Fleischextrakt 500 + 40 Eisenmischung (Extrakt vorher auf 70° erwärmt)	1,413	0,034	1,154	817
50 g Hefe in Fleischextrakt + 40 Eisenmisch.	6,449	0,500	25,99	4030
Fleischextrakt 500 + 80 Eisenmischung . . .	2,701	0,083	2,562	945
50 g Hefe mit Fleischextrakt + 80 Eisenmisch.	7,687	0,531	27,59	3589

Zur Kontrolle wurde in allen Fällen auch der N der Filtrate bestimmt und übereinstimmende Zahlen erhalten. Die Lösung des Extrakts enthielt 2,628 g N.

Aus den Zahlen kann man hinsichtlich der gegenseitigen Verdrängung von Hefe und eisenfällbarer Substanz folgendes schlieſsen:

	Eisenniederschl.	N	Kal.
50 Hefe + 40 Eisenm. + 500 Wasser	5,910	0,471	25,91
Fleischextrakt + 40 Eisen . . .	1,386	0,037	1,14
sollen geben	7,296	0,508	27,05
50 Hefe in Fleischextrakt + 40 Eisenm. geben	6,449	0,500	25,99
also weniger	0,847	0,008	1,06

1) Eine zufällige Beobachtung mag hier angeführt sein. Ich habe einmal bei einer Probe, die über Nacht stehen geblieben war, gesehen, daſs anscheinend klar und eisenfrei abgegossenes Wasser sich nachträglich unter Abscheidung von Eisenoxydhydratflocken trübt. Es müſste also hier doppeltkohlensaures Eisenoxydul durch Reduktion bei Gegenwart von Kohlensäure entstanden sein.

	Eisenniederschl.	N	Kal.
und für die gröfsere Eisenmenge			
50 Hefe + 40 Eisenm. + 500 Wass.	5,910	0,471	25,91
Fleischextrakt + 80 Eisenm. . .	2,701	0,083	2,56
	8,611	0,554	28,47
50 Hefe in Fleischextrakt + 80 Eisenmischung geben	7,687	0,531	27,59
also weniger	0,924	0,023	0,88

Hiermit ist nachgewiesen, dafs ein nicht unerhebliches Verdrängen des anderweitigen Eisenniederschlages durch die Hefe eingetreten ist. Sie nimmt, oder ein Teil ihrer Stoffe nimmt das Eisen kräftig in Beschlag und verdrängt dabei die sonst ohne diese Konkurrenz gefällten Stoffe. Zieht man also den in einem blinden Versuch durch Eisen aus Fleischextrakt gefällten Anteil an N und Kal. von der Ernte ab, so begeht man einen Fehler, der bei reichlichen Ernten von wenig Belang ist, aber steigt bei kleineren Ernten falls man eben nicht sorgsam den Eisenbedarf abwägt und ihn in Gemäfsheit kleiner Ernten reduziert.

Der Fehler wird also ganz auf die Relation zwischen Bakterienernte und eisenfällbarer Substanz im Extrakt hinauskommen.

Um hierüber nähere Auskunft zu erhalten, habe ich ähnliche Versuche wie die vorstehenden, nur unter Variation der aufgeschwemmten Hefe, vorgenommen (25, 12,5, 6,7 g Hefe : 500). Die Resultate auf deren detaillierte Mitteilung ich verzichten kann, bestätigten durchweg die frühere Reihe, die Hefe verdrängte überall einen angemessenen Teil der andern Substanzen aus dem Eisenniederschlag.

Wenn ich diese Resultate mit den früheren kombiniere, so hatte ich die in Tabelle II S. 302 angegebenen Werte. Der erste Stab zeigt, wieviel an Hefe angewandt wurde, und die daneben stehenden Zahlen sind aus den Versuchen mit Fleischextrakt aus den Eisenfällungen so berechnet, dafs ich den ganzen Wert der Eisenfällung, wie sie im blinden Versuch gefunden worden war, von dem Resultate abzog. Man sieht, die Übereinstimmung ist trotz des komplizierten Versuchs eine recht gute, rechtfertigt aber

die von mir oben ausgesprochene Behauptung, dafs die Fehler mit dem sinkenden Verhältnis eisenfällbarer Substanz: Ernte eben zunehmen.

Tabelle II.

	N		Kal.	
	an-gewandt	be-rechnet	an-gewandt	be-rechnet
1.	471	463	25,91	24,84
2.	471	448	25,91	25,03
3.	230	203	10,44	9,47
4.	92	80	5,22	4,92
5.	46	41	2,61	2,31

Das Verhältnis der Menge des in dem Eisenniederschlag aus sterilem Extrakt erhaltenen N zu dem N der mit Hefe versetzten Proben bzw. der erhaltenen Eisenfällung war mit Bezug auf obige Tabelle:

1. 1 : 14,3,
2. 1 : 6,4,
3. 1 : 5,4,
4. 1 : 2,5,
5. 1 : 1,9,

woraus ich für drei Verhältnisse, wenn man 2 und 3 und 4 und 5, weil sie sich sehr nahe liegen, vereinigt, prozentige Angaben über den Verlust bzw. die zu klein ausfallenden Berechnungen machen kann.

Das Resultat lautet: Man berechnet durch Abzug der Eisenfällung des sterilen Extrakts von dem aus hefehaltigen Nährböden gefällten Eisenniederschlag um folgende Prozentwerte zu wenig:

Verhältnis nach Mafsgabe des N im sterilen u. hefehaltigen Material	N	Kal.
1 : 14,3	— 1,7 %	— 4,1 %
1 : 5,9	— 7,2 %	— 5,1 %
1 : 2,2	— 12,3 %	— 7,6 %.

Daraus ergibt sich, dafs man nur bei tunlichster Beschränkung der Eisenanwendung die besten Resultate erhält, die Fehler kann man aber selbst unter den ungünstigsten Umständen mit Rücksicht auf die praktischen Fragen nicht sehr erhebliche nennen. Im Bedarfsfalle werden wir immerhin auf die eben angeführten Zahlen als »Korrektionstabelle« zurückgreifen können.

VI.

Eine weitere Kontrolle über die Genauigkeit der Fällungsmethode mufste mir erwünscht sein, ich glaube dieselbe so erreicht zu haben, dafs ich dem sterilen Extrakt eine gewogene Menge von Bakterienkultur zusetzte und alsdann in üblicher Weise mit Eisen fällte. Wieviel erhält man von beigemischten Bakterienkulturen mittels der Eisenfällung wieder?

Über die quantitativen Verhältnisse der Eisenfällung für die S-haltigen Substanzen habe ich a. a. O. bereits Angaben gemacht; als ich einer Fleischextraktlösung eine gewogene Menge von Bakterien mit bestimmtem S-Gehalt zusetzte, mit Eisen fällte und den S in dieser Fällung bestimmte, war etwas mehr gefunden worden, als dem S-Gehalt der zugefügten Bakterien, abzüglich der aus dem Fleischextrakt ohne weiteres fällbaren S-haltigen Substanz entsprach. Ich habe damals angenommen, dafs die Quellung, welche man bei den in Fleischextraktlösung verteilten Bakterien eintreten sieht, vielleicht zum Mitreifsen S-haltiger Substanz in kleinsten Mengen Veranlassung gibt. Allerdings handelt es sich dabei überhaupt um kleine Mengen, welche nachzuweisen sind, so dafs kurzweg der Schlufs, man erhalte die S-haltige Bakteriensubstanz ganz in der Fällung, wohl berechtigt erscheinen konnte.

Leichter läfst sich die vorliegende Frage untersuchen, wenn man die Feststellung des N zum Ausgangspunkt nimmt, weil dabei die erhaltenen Zahlen viel gröfser sind.

Von käuflichem Fleischextrakt werden 7,5 g : 500 Wasser gelöst; in den Eisenniederschlag gehen 0,0178 g N über.

Zu der gleichen Lösung werden 3 g frische Proteuskultur[1]) gegeben und dann mit Eisen gefällt; es wird gefunden in der Fällung:

1. 0,0698
2. 0,0613
3. 0,0628

} Mittel 0,0646 g N.

1) Auf Kartoffel gewachsen; 83,42 % Wasser, 16,58 % Trockensubstanz; 11,45 % N der Trockensubstanz, 100 Teile frisch = 1,8984 g N.

Die angewendete Bakterienmasse (3 g) enthielt 0,0569 g N, zieht man von 0,0646 denjenigen N-Anteil ab, wie er durch direkte Fällung der Fleischextraktlösung mit Eisen sich ergab (0,0178), so bleibt ein Rest von 0,0463 g N. Man erhält also etwas weniger N in die Eisenfällungen als den Bakterien, die frisch eingebracht worden sind, entsprach, nämlich = 81,4%.

Dies ist nach dem in den vorhergehenden Versuchen wohl verständlich, zum mindesten spielt der Umstand eine Rolle, dafs eben der im sterilen Extrakt gefundene N nicht in voller Summe zum Abzug kommen darf, zumal es sich hier auch um ein keineswegs ganz günstiges Verhältnis zwischen steriler Eisenfällung und Eisenfällung der Bakteriensuspension handelt (0,0178 : 0,0646 = 1 : 3,6).

Der Versuch, in ähnlicher Weise mit 2 g Proteus dreimal wiederholt, gab:

$$\left.\begin{matrix}0{,}0478\\0{,}0521\\0{,}0448\end{matrix}\right\}\ 0{,}0482 \text{ g N.}$$

Zieht man hiervon das durch Eisen fällbare ab (0,0178), so bleiben 0,0304 g Zuwachs für die Bakterien. 2 g dieser Bakterien enthalten frisch 0,03796 g N. Also wird auch hier zu wenig gefunden, wir erhalten rund 80,0% gegen 81,4% der vorher berichteten Versuche.

Auch hier liegen die Gröfsen der Eisenfällung in sterilem Extrakt und in dem bakterienhaltigen nahe aneinander (Verhältnis 1 : 2,1).

Aber in beiden Fällen erklärt sich das Defizit nicht ganz aus den früheren Annahmen über die Verdrängung und Verteilung der Substanzen hinsichtlich des Eisenniederschlages.

Ich habe daher auch hier nochmals die Hefe zur Erklärung dieser Verhältnisse herangezogen und mit Reinkulturen Versuche gemacht.

Von einer Hefe, welche in 100 Teilen frisch 1,75 g N enthielt, wurden je 6 g gut gemischt mit 500 ccm einer 3,75 proz. Fleischextraktlösung und die zwei Proben mit ausreichenden Mengen von essigsaurem Natron und Eisenchlorid gefällt. In den

gut ausgewaschenen Eisenniederschlag gingen 0,113 g N über. Aus 500 g unserer Fleischextraktlösung konnten in Kontrollversuchen 0,030 g N mittels derselben für die Hefe verwendeten Eisenmenge gefällt werden. Sonach kamen auf den aus Hefe herrührenden N 0,113 — 0,030 = 0,083, während 6 g frische Hefe 0,105 enthalten. Wiedergefunden wurden also rund 80 %.

Die Hefe verhält sich also nicht anders wie die Bakterienkulturen Das Verhältnis des sterilen Eisenniederschlages zur Hefenfällung ist 1 : 3,8.

Die bei der Eisenfällung erhaltenen Werte sind demnach hier wesentlich kleiner wie die Aussaat. Zum Teil erklärt sich dieses Resultat aus den angewandten kleinen Bakterien- und Hefenmengen und den offenbar zu reichlichen Eisenmengen, welche zur Eisenfällung benutzt waren. Dies mag an zwei anderen Beispielen erörtert sein.

Hefe mit 0,510 g N in Fleischextrakt gebracht und mit Eisen gefällt liefert 0,500 g N, auf die einfache Eisenfällung im Extrakt treffen 0,035 g N. Also wieder erhalten 0,465 g = 91,2%; es fehlten 8,8%. — Dieselbe Menge Hefe = 0,510 N, in Extrakt gefällt mit doppelt so viel Eisen gibt 0,531 g N, davon ab für die Eisenfällung des Extrakts 0,083 = gefunden demnach 0,448 g N = 87,8 %; es fehlten 13,2 %.

Es spielt demnach hier noch ein anderer Faktor eine Rolle.

Um festzustellen, worauf dieser Verlust zu beziehen sei, verteilten wir von derselben Proteuskultur auch in destilliertem Wasser und fällten nach der Verteilung. Dieselbe geht aber schwierig vor sich und es ist nicht leicht, nach einer längeren Zeit des Schüttelns zu sagen, ob die anfangs bestehenden kleinen Klümpchen alle beseitigt sind.

2 g Bakterien lieferten:

$$\left.\begin{matrix}0{,}0326\\0{,}0349\end{matrix}\right\}\text{ g N} = 0{,}0337 \text{ statt } 0{,}0380 \text{ g} = 88{,}7\,\% \text{ gefunden,}$$

und um ähnliches blieb eine Probe mit 3 g hinter der Aussaat zurück. Es fehlen also 12,3 %.

In gleicher Weise wird Hefe behandelt. Von einer Aussaat von 0,510 g N gehen in den Eisenniederschlag 0,471 über (ähnliches

Verhältnis wurde auch für die Kalorien erhalten) = 91,1 % wiedergefunden, 8,9 % fehlen.

Die Differenzen sind also hier, wo die Fleischextraktivstoffe nicht mehr mitspielen, kleiner geworden. Die Ergebnisse beweisen, dafs, wie vermutet, bei den früheren Experimenten nicht allein die Verdrängung des Eisenniederschlags aus Fleischextrakt der allein mafsgebende Faktor ist.

Suchen wir weiter nach der Ursache des N-Verlustes der Bakterien bei der Eisenfällung, so könnte man vermuten, dafs in den verwendeten Hefekulturen und Bakterienkulturen neben den Bakterien und in Hefezellen auch gelöste Stoffe frei vorhanden sind, die aber auf die Fällung mit Eisen nicht reagieren.

In der Tat kann man durch Aufrühren einer Proteuskultur (Kartoffelkultur) in destilliertem Wasser und Filtrieren durch ein Chamberlandfilter sogar durch Eisen fällbare Substanzen erhalten.

3 g	Proteus	frisch	lieferten	im	Mittel	0,020	g	N	in der	Fällung
2 »	»	»	»	»	»	0,0135	»	»	»	»
1 »	»	»	»	»	»	0,0065	»	»	»	»

Mittel pro 1 g 0,066 g N.

Daneben kommen sicher auch einfach im Wasser lösliche und nicht durch Eisen fällbare Substanzen vor.

Hefe von bekanntem N-Gehalt wird in Wasser aufgerührt und kalt durch ein Tonfilter filtriert, das Filtrat eingedampft und auf N untersucht. Es lassen sich 7,9 % des ganzen N-Gehaltes der Hefe in dieser Weise auswaschen.

Natürlich spielt auch die Natur des Nährbodens dabei eine Rolle; in salzhaltigen Flüssigkeiten können andere Mengen in Lösung gehen als in destilliertem Wasser. Hefe bestimmten N-Gehaltes wurde in 3 proz. Kochsalzlösung verteilt, dann durch Tonfilter filtriert, ins Filtrat gehen 10 % des vorhandenen N über.

Sonach mufste es den Anschein gewinnen, als wenn Anteile von stickstoffhaltigem Material der Fällung sich entzögen; dies hätte nichts Auffälliges. Wir wissen, dafs wesentlich die Eiweifsstoffe es sind, welche mit Eisen sich verbinden und wir haben schon früher darauf hingewiesen wie wenig der in Extraktivstoffen

steckende Stickstoff von der Eisenfällung beeinflufst wird. Wir wissen, dafs die Bakterien ihre eigenartigen Extraktivstoffe stickstoffhaltiger Natur besitzen.

Das Austreten von Zellsaft oder von Extraktivstoffen[1]) findet bei dem Erhitzen der Bakterien oder Hefen auf 100° und besonders bei längerem Kochen und Erhitzen statt.

Behandelt man Hefe mit dem gleichen Gewicht Wasser auf dem Wasserbad 1 Stunde und filtriert, so werden 11,6% des Gesamt-N abgegeben.[2]) Noch weit mehr geht bei eigentlichem Kochen in die Flüssigkeit über. Als die Hefe ¾ Stunden mit aufgesetztem Rückflufskühler im Kochen blieb, gingen 21,4% des Gesamt-N ins Tonfiltrat über.

In einem andern Versuch wurde Hefe längere Zeit gekocht, dabei gingen 30,2% der Trockensubstanz
29,8% » N
24,9% » Kalorien
in das Waschwasser, das diesmal nur zentrifugiert, nicht durch Tonfilter geschickt wurde, über.

Somit haben wir die Frage des Verlustes, den Bakterienkulturen beim Ausfällen durch Eisen erleiden, aufgeklärt; sie beruht zum Teil auf dem Ausstofsen von Extraktivstoffen oder durch Eisen eben nicht fällbarer Stoffe bei dem Koagulieren der Substanzen; die Regel für die Analysen lautet also, dafs man von der Erwärmung keinen weiteren Gebrauch machen soll als eben zur Ausfällung des Eisenoxydhydrates unbedingt notwendig ist.

VII.

Alle im vorstehenden aufgeführten Versuche sind schon vor Jahren abgeschlossen worden. Es hatte für mich aber doch noch besonderes Interesse zu erfahren, inwieweit etwa die in den letzten

1) Angaben über Extraktivstoffe der Bakterien finden sich bei E. Cramer a. a. O.

2) Hier mögen vielleicht ein paar Angaben von Schützenberger (a. a. O, S. 114) Platz finden, die wenigstens mit den obigen Zahlen in eine gewisse Parallele gestellt werden können. Er verwendete 100 g frische Hefe, welche 2,78 g N enthielt, kochte eine Probe hiervon bis zur Erschöpfung mit Wasser aus und erhielt nunmehr 2,03 g N im Rückstand. Demnach waren rund 26,9% im kochenden Wasser löslich.

Jahren bekannt gewordene Fällung der Bakterien durch Agglutination eine quantitative Methode zur Bestimmung der Bakterien darstellt.

Es wurde zu diesem Versuche eine Proteuskultur ausgewählt, mit dieser ein Kaninchen immunisiert, und als das Serum allmählich starke Agglutinationswirkungen zeigte, folgendes Experiment angestellt.

3 proz. Fleischextrakt wurde teils steril gehalten, andere Proben mit gleichen Mengen Proteus infiziert und nun die einen Kolben (à 500 ccm) entweder mit je 1 ccm Proteusserum agglutiniert, die agglutinierte Masse abzentrifugiert (die Kolben waren 4 Tage bei 37° im Brutschrank geblieben) oder mit Eisen gefällt. Leider war das Wachstum der Bakterien sehr dürftig. Immerhin war das vorläufige Resultat nicht ohne Interesse:

bei der Eisenmethode wurden 0,005 g N als Ernte,
bei der Agglutination » 0,007 g

erhalten. Die methodischen Fehler sind selbstverständlich bei den kleinen Substanzmengen an sich nicht unbedeutende.

In einem zweiten Versuch wurden Agarkulturen von Proteus vorbereitet und dann direkt in die Fleischextraktlösungen gebracht, die letzteren entweder mit Serum behandelt oder mit Eisen gefällt und unter Berücksichtigung des in dem sterilen Extrakt enthaltenen Eisenniederschlages die Ernte festgestellt.

Sie betrug bei der

	Serummethode	Eisenmethode
an N . .	0,041	0,053
an Kal. .	1,90	2,31.

Bei der Serummethode ist das Auswaschen des Niederschlages mit Wasser keineswegs ganz leicht, weil zu leicht von den Flocken etwas zu Verlust geht, bei dem hohen N-Gehalt der Substanz entstehen dann nennenswerte Fehler. Hier hat also die Serummethode weniger an Ernte geliefert als die Eisenmethode.

In einer dritten Versuchsreihe wurde noch mehr an Proteus angewandt und einfach in sterilem Wasser verteilt, die Mischung

in zwei Teile geteilt, die eine Hälfte mit Eisen gefällt, die andere mit Serum und von den Rückständen die Verbrennung ausgeführt.

Die Serumfällung lieferte . 5,14 Kal.
» Eisenfällung » . 5,20 »

Die Übereinstimmung ist also hier eine sehr befriedigende. Es scheint, dafs auch bei der Serumfällung gewisse Bestandteile der Kultur nicht in die agglutinierte Masse übergehen, sonst hätte sich doch eine gewisse Minderung bei der Eisenmethode gegenüber der Serummethode zeigen müssen.

Im allgemeinen gehen also die Ergebnisse beider doch prinzipiell verschiedenen Methoden befriedigend überein. Im übrigen behalte ich mir die weitere Bearbeitung dieser Fragen vor.

VIII.

Die Bakterienzellmasse ist in den letzten Jahrzehnten näher in ihrer Zusammensetzung erkannt worden; so hat namentlich E. Cramer auf meine Veranlassung hin eingehende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Bakterienleibes gemacht, wobei sich die Variation desselben in Abhängigkeit vom Nährboden, der Schnelligkeit des Wachstums, den Degenerationserscheinungen zeigte.

Die Scheidung von den Flüssigkeiten ist im vorstehenden genauer beschrieben. Soweit Ansatz und Wachstum in Betracht kommen, reicht es hin, die Elemente N und S in den Eisenniederschlägen zu bestimmen.

Will man die Gesamtmasse der Stoffe einheitlich ausdrücken, so empfiehlt es sich, die Verbrennungswärme festzustellen; damit erhalten wir wenigstens ein einheitliches energetisches Mafs.

Durch die Eisenfällung wird die Anwendung der Bestimmung der Verbrennungswärme nicht gehindert.

Ich verwendete

trockenes Hühnereiweifs mit 5,548 Kal. pro 1 g
Stohmann fand . . . . 5,579 » » 1 »
Berthélot . . . . 5,6[illegible]0 » » 1 »

Auf 1 N traf darin 36,3 Kal., in Wasser gelöst, mit Eisen gefällt auf 1 N = 36,35.

Die Hefen und Bakterien gaben folgende Zahlen:

Untergärige Hefe[1] . .	4,475	Kal.	pro	1 g	auf	1	N	= 46,5
» » entfettet	4,345	»	»	1 »				
Obergärige Hefe[2] . . .	4,554	»	»	1 »	»	1	»	= 68,2
andere Sorte[3]	4,227	»	»	1 »				
ausgewaschen[4]	4,545	»	»	1 »	»	1	»	= 58,4
mit Eisen gefällt . . .					»	1	»	= 58,0
Proteus[5]	4,741	»	»	1 »	»	1	»	= 48,32
» Eisenfällung .					»	1	»	= 45,3.

Bei dieser letzten Bestimmung wurde Proteus von Kartoffelkultur verwendet und diese mit Wasser vorerst vor der Fällung mit Eisen gewaschen. Dabei läſst sich offenbar etwas zuckerartiges Material, das zwischen der Kultur verteilt ist, entfernen.

Die Eisenfällung läſst sich demnach methodisch auch bei der kalorimetrischen Untersuchung verwenden, die bei den Fällungen aus Nährlösungen bzw. Fleischextrakt entstehenden Niederschläge von phosphorsaurem Eisen stören nicht. Eisenniederschläge bedürfen etwas Rohrzucker als Zusatz um in Brand zu geraten.

Durch die vorstehenden Untersuchungen ist der Weg gewiesen, den man bei der Untersuchung des Kraft- und Stoffwechsels von Bakterienkulturen innezuhalten hat. Sie beschränkt sich bei flüssigen Kulturen (und Extrakt) auf die Feststellung des kalorimetrischen Wertes des Nährbodens; nach beendigter Kultur auf die Scheidung der Ernte von dem Nährboden unter gleichzeitiger Untersuchung beider. Einwandfrei ist die Methode nur dort, wo bei dem Eintrocknen des Extraktes verbrennliche Produkte (organische Säuren oder Ammoniak usw.) nicht zu Verlust gehen.

Einen Einwand gegen alle Erntebestimmungen durch Wägung usw. habe ich noch anzufügen. Die Erntebestimmungen durch Abscheiden der Bakterien von festen Nährböden hat insofern ihre Bedenken, als die dabei gewonnenen Organismen keineswegs

1) 9,62 % N, 10,17 % Asche. — 2) 7,32 % N, 6,54 % Asche. — 3) 6,67 % N, 10,81 % Asche. — 4) 10,46 % Asche. — 5) 9,81 % N, 8,06 % Asche.

alle von gleicher Lebenskraft zu sein brauchen, sondern aus vollkräftigen und etwas abgeschwächten bestehen können. Dieser Einwand läfst sich aber dadurch auf ein geringeres Mafs zurückführen, wenn man nur möglichst kräftige Kulturen heranreifen und also nicht allzulange Zeit bis zur Ernte verstreichen läfst.

Unanwendbar ist die Methode der Keimzählung, denn wie man sich leicht überzeugen kann, bestimmt man häufig genug dabei nicht Einheiten von Zellen, sondern wenn sie in Verbänden aneinandergefügt sind, gibt ein solcher auch nur eine Kolonie. Anwendbar bleibt die Keimzählung am ehesten noch, wenn sich die Bakterien in frischer Entwicklung befinden und ihre Masse verhältnismäfsig noch gering ist. Aber die merkliche Gröfse des Anwuchses und die nähere Prüfung eines solchen ist natürlich dabei ausgeschlossen. Die Keimzählung ist auch nicht anzuwenden, weil sie dem Bedürfnis einer gleichzeitigen quantitativen Bestimmung der Stoffwechselprodukte nicht sicher Rechnung tragen kann.

Die vorstehenden Mitteilungen beweisen, dafs eine Methodik zur Untersuchung der energetischen Verhältnisse bei den Bakterien und andern verwandten Organismen zu den lösbaren Aufgaben gehört.

Die Gruber-Widalsche Probe bei Mischinfektion durch Typhusbazillen und Staphylokokken.

(Mit Mischkulturversuchen.)

Von

Dr. Heinrich Kayser,

Assistenten der medizinischen Klinik.

(Aus der medizinischen Universitätsklinik und dem Institut für Hygiene und Bakteriologie zu Strafsburg i/Els.)

Folgender Fall der Strafsburger medizinischen Klinik, dessen bakteriologische Bearbeitung mir oblag, hat mich zu einer Anzahl Versuche veranlafst, deren Resultat ich unten beschreiben werde.

Frau, 37 Jahre alt, aus Strafsburg, kommt am 10. II. in die med. Klinik. Familienanamnese ohne Belang. Patientin war in ihrer Kindheit stets gesund. Menses in Ordnung. Seit 3 Jahren verheiratet, vor 13 Monaten Partus. Kind gesund. Patientin hat seit der Geburt mit weifsem Flufs zu tun.

Ihre jetzige Erkrankung begann 14 Tage vor dem Eintritt in die Klinik nach einer 2—3 tägigen geringen Störung des Allgemeinbefindens unter sehr heftigen Kopfschmerzen und hohem Fieber. Kein Schüttelfrost. 2 Tage darauf: Durchfall, dünne Stühle, kolikartige Bauchschmerzen. Seit 8 Tagen gesellten sich Schwerhörigkeit und Schmerzen auf beiden Ohren hinzu. Hohes Fieber soll jetzt dauernd eine Woche lang bestehen.

Die Stühle sind immer noch dünn, erfolgen aber nur mehr zweimal am Tage.

Status: Mittelgrofse Person, etwas benommen. Wangen lebhaft gerötet. Lippen leicht cyanotisch und trocken. Zunge feucht, sehr stark belegt. Beide Tonsillen und Gaumenbogen ziemlich stark gerötet, ohne Eiterungen. Atmung frequent. Auffallend ist ein leichter Tremor der Hände. Keine Drüsen. Keine Ödeme. Abendtemperatur 40,9°.

Thorax gleichmäfsig ausgedehnt. Lungengrenzen normal. Überall sonorer Lungenschall. Rhonchi und Giemen über beiden Lungen hinten. Wenig Husten.

Herz: Normale Dämpfungsgrenzen, Spitzenstofs nicht fühlbar. Herztöne rein. II. Pulmonalton gering verstärkt. Aktion regelmäfsig. Puls 120, voll, dikrot. Diurese: 1500. Urinbeschaffenheit s. 14. II. 03.

Leber: Bis zum Rippensaum.

Milz: Nach oben vergröfsert, desgleichen nach vorn zwei Querfinger breit die Linea costoclavicularis überschreitend. Nicht palpabel.

Bauch: In den unteren Partien leicht aufgetrieben. Um den Nabel herum Spuren von Kataplasmenwirkung. Keine Roseolen.

Sehnen und andere Reflexe ohne Besonderheiten.

Ohren: Getrübtes Trommelfell beiderseits, kein Reflex. Keine stärkere Rötung, keine Vorwölbung des Trommelfells.

11. II. Blutentnahme. Gruber-Widalsche Reaktion auf Typhusbazillen fehlt — (alter Laboratoriumstamm) — (1 : 100), (1 : 75). Morgentemperatur 38,8° C., Abendtemperatur 39,8° Puls 100. Roseolen.

12. II. Ziemlich starke Bronchitis. Milzdämpfung reicht bis zum Rippenbogen. Milz leicht palpabel. Neue Roseolen. Morgentemperatur 39,4° C (sofort nach kühlem Bad Sinken auf 36,5°). Abends 37,5°.

14. II. Keine neuen Roseolen. Das remittierende Fieber hält sich gegen 8 Tage abends auf durchschnittlich 39,6°.

Urin: Ohne Eiweifs, Zucker, Indican.

16. II. Leichte Benommenheit. Typhusstühle. Meteorismus. Urin zeigt Diazobenzolreaktion, sonst ohne Besonderheiten. Die bakteriologische Untersuchung des Blutes ergibt auf der Gelatineplatte und in zwei Bouillonkölbchen Staphylokokkus albus; das gleiche Resultat bei einer 2 Tage später vorgenommenen zweiten Blutuntersuchung, mit dem Unterschied, dafs auf den Platten vom 16. II. 21 Kolonien des Staphylokokkus albus pro Kubikzentimeter Blut gezählt wurden (nach 8tägiger Wartezeit), auf denen vom 18. II. aber 42 im Durchschnitt. Am 18. II. waren neben Gelatine- auch Agarblutplatten gegossen worden. Die Blutentnahme (10 ccm) erfolgte mittels ausgekochter Hohlnadel aus einer Armvene bei Abendtemperaturen von 39,8° und 39,7° C. Dafs Staphylokokken in dem Blute der Patientin kreisten, stand nach diesen Befunden fest.

Die Fäcesuntersuchung wurde mittels des v. Drigalski-Conradischen Agarbodens angestellt. Während ich mehrmals nur Kolonien des Bakterium coli commune erhielt, wiesen am 15. II. die Platten fast ausschliefslich blaue, zarte, also typhusverdächtige Kolonien auf. Mit Hilfe der Züchtung auf den in Betracht kommenden Nährböden (wobei ich vielen Wert auf die Neutralrotagarprobe nach Rothberger lege) und durch die Agglutinationsreaktion mittels mäfsig starkem Immunserum (Bruns-Kayser) konnten die in Betracht kommenden Saprophyten, ferner Paratyphus- sowie Fleischvergiftungsbakterien (s. Kayser) ausgeschlossen und das

reichliche Vorhandensein des Bakterium typhi abdominalis (Eberth) konstatiert werden.

Im Urin keine Typhusbazillen.

20. II. Die Temperatur beginnt remittierend abzufallen (s. 14. II). Milz palpabel. Keine Roseolen. Keine Beschwerden. Vier Stühle. Diurese 2200. Abends: Puls 115. Temperatur 38,8° C abends.

25. II. Patientin fieberfrei. Milz nicht mehr palpabel. Puls 90. Diurese 2400 Stuhl geformt, einmal am Tag. 1:50 keine Gruber-Widalsche Reaktion.

9. III. Nachdem Patientin bis 7. III. fieberfrei gewesen war, steigt innerhalb 2 Tagen die Temperatur auf 39,6° abends. Keine Beschwerden. Milz wieder palpabel. Keine Durchfälle. Puls 110 Diurese 3000. Urin: Spur Albumen bei der Kochprobe; sonst ohne Besonderheiten.

15. III. Remittierendes Fieber dauernd mit Abendhöhen von 40° C. Unter heftigen Beschwerden, besonders Schmerzen in der linken Unterbauchgegend, setzen menstruale Blutungen ein. Keine Roseolen.

Gruber Widalsche Reaktion (alter Laboratoriumsstamm) tritt bei 1:50 nach über stundenlangem Stehen (makroskopisch) ein, aber nicht bei Verdünnung 1:100. Paratyphusbazillen beider Typen (Kayser) werden 1:50 nicht beeinflufst.

Puls: 110. Diurese: 4200(!) Kein Albumen, aber Diazobenzol- und Indicanreaktion. Stuhl einmal, geformt.

20. III. Die Temperatur beginnt unter tiefen morgendlichen Remissionen — von 39,5° abends auf 35,5° — langsam abzusinken. Puls 105. Diurese 4000. Zwei geformte Stühle. Patientin ist völlig beschwerdenfrei.

1. IV. Seit 25. III. fieberfrei. Milz nicht mehr palpabel. Puls 90. Diurese 2600. 36,6° C abends.

11. IV. Patientin beginnt am 8. IV. mit dem Aufstehen; hat darauf 3 Tage lang abends 37,5°. Normaler Befund bei Untersuchung der Brust und Bauchorgane. Stühle geformt. Diurese: 2300.

26. IV. 14 Tage lang Temperaturen von etwa 36° C abends.

Blutentnahme: Gruber-Widalsche Reaktion jetzt 1:100 und ein geringes höher rasch eintretend. Paratyphusbazillen beider Typen unbeeinflufst 1:50. In den Fäces keine Typhusbazillen nachweisbar. Patientin entlassen.

Wir haben also einen klinischen Typhus mit einem Rezidiv vor uns mit langem Fehlen der Gruber-Widalschen Reaktion. Auf Grund der bakteriologischen Resultate müssen wir einen Fall von Mischinfektion durch Staphylokokken und Typhusbazillen annehmen: Staphylokokkus albus ist (an zwei Tagen) einwandsfrei im Blut nachgewiesen und zur selben Zeit der Typhusbazillus in den Fäces der Patientin.

Klinische und klinisch-bakteriologische Notizen über Fälle von sicherer Mischinfektion beim Typhus sind bisher sehr selten (de Feyfer-Kayser). Experimentelles Material über das Verhalten der Agglutinationsreaktion nach gemischter Infektion von Tieren haben in reichlichen Versuchen Sidney Wolf im Strafsburger hygienischen Institut, dann Castellani und auch Jürgens beigebracht. Im wesentlichen heifst es: für jeden der Infizienten werden Agglutinine gebildet. Über die Unterscheidung von doppelter Infektions-Agglutination und Gruppenagglutination haben Castellani, Bruns-Kayser, Jürgens, Korte u. a. geschrieben — (getrennte Agglutininsättigung). —

Jürgens, der sich zuletzt mit dieser Materie beschäftigt hat, und die Typhus-Paratyphusverhältnisse bespricht, teilt bezüglich des Agglutinationsphänomens verschiedene von den bisherigen Erfahrungen sehr abweichende Beobachtungen mit. Den wichtigen Typus A des Bakterium paratyphi berücksichtigt er in der Literatur und seinen Versuchen gar nicht. In den Typhusfällen (Jürgens) von vorübergehend höheren Agglutinationszahlen für das Bakterium paratyphi als die Typhusbazillen ist nicht immer eine Mischinfektion auszuschliefsen; aufserdem besteht der Einwand zu Recht, dafs Jürgens manchmal schwer agglutinable Typhusbazillen (P. Müller, Bruns-Kayser) und leicht agglutinable andere Bakterien verwendete. Der Fall Widal-Nobécourts, den Jürgens für sich anführt, mit höheren Agglutinationszahlen für Paratyphus- als Typhusbakterien, war kein Typhus abdominalis, sondern ein Paratyphus (siehe A. Brion). — In den Fällen Jürgens mit Typhusbazillennachweis im Stuhl bei fehlender Widalscher Reaktion ist die Blutuntersuchung auf Mikroorganismen unterlassen worden.

Ich habe im Anschlufs an meinen Fall in Vervollständigung von Versuchen Castellanis u. a., bei welchen verschiedene Mikrorganismen getrennt injiziert wurden, Typhusbazillen und Staphylokokkus albus im selben Bouillonkölbchen sich entwickeln lassen und zunächst das

annähernde gegenseitige Zahlenverhältnis nach verschieden starker Inokulation sowie bei verschiedenem Alter der Mischkultur durch das Plattenverfahren bestimmt. Ferner brachte ich Kaninchen derartige Mischkulturen (bei 56° C abgetötet) subkutan bei um das Verhalten des Agglutinationsphänomens für Typhusbazillen darnach zu studieren.

Des weiteren injizierte ich Kaninchen abgetötete Reinkulturen von Staphylokokkus albus und Bact. typhi getrennt zu gleicher Zeit, sowie in einer weiteren Serie lebende Staphylokokken und Typhusbazillen an getrennten Stellen.

Die Blutentnahme aus der Carotis erfolgte jeweils am 9. Tage nach der Mikrobieneinverleibung; die Serum-Agglutinationsproben wurden mit einem alten Typhusbazillen-Laboratoriumstamm am nächsten Tage ausgeführt.

Ich bin mir der Ungenauigkeit von Zählresultaten bei Staphylokokken-Plattenversuchen wohl bewufst — (Haufenbildung) — doch handelt es sich bei meinem Resultat meist um grofse Zahlenunterschiede, und in der Hauptsache dreht es sich ja um Vergleichswerte bei immer gleicher Versuchsanordnung. Dem Giefsen der Platten ging stets ein gehöriges Mischen und Aufschütteln des Kulturkolbeninhaltes voraus.

Die Zählplatten enthielten immer zwischen 2—300 Kolonien im ganzen. Ich habe dann zur besseren Übersicht das Staphylokokken-Typhusbazillenverhältnis jedesmal auf **100** Typhusbazillen berechnet.

Es wurden Gelatineplatten gegossen nach 24 Stunden, 48 Stunden, 9 Tagen und 1 Monat.

1. Inokuliert in 30 ccm Löfflerbouillon etwa 20 Typhusbazillen, 100 Staphylokokken (beide aus 20stündiger Bouillonkulturverdünnung).

Verhältnis:

In Mischkultur nach 24 Std.	= 100	Typhusbazillen	auf 105	Staphylok.-Kol.
» » » 48 »	= 100	»	» 15	»
» » » 9 Tagen	= 100	»	» 200	»
» » » 1 Monat	= 100	»	» 1	»

2. Inokuliert ungefähr 100 Typhusbazillen, 5 Staphylokokken.

Verhältnis:

In Mischkultur	nach	24 Std.	= 100	Typhusbazillen	auf	1	Staphylok.-Kol.
»	»	48 »	= 100	»	»	0	»
»	»	9 Tagen	= 100	»	»	10	»
»	»	1 Monat	Verminderung der Keime ums 100fache, die spärlichen Kolonien sind nur Typhusbazillen.				

3. Inokuliert annähernd gleiche Mengen Typhusbazillen und Staphylokokken (je 500).

Verhältnis:

In Mischkultur	nach	24 Std.	= 100	Typhusbazillen	auf	90	Staphylok.-Kol.
»	»	48 »	= 100	»	»	80	»
»	»	9 Tagen	= 100	»	»	8	»
»	»	1 Monat	= 100	»	»	0	»

Dabei Verminderung der Keime.

4. Inokuliert gegen 5 Typhusbazillen und 5 Staphylokokken.

Verhältnis:

In Mischkultur	nach	24 Std.	= 100	Typhusbazillen	auf	130	Staphylok.-Kol.
»	»	48 »	= 100	»	»	300	»
»	»	9 Tagen	= 100	»	»	10	»
»	»	1 Monat	= 100	»	»	3	»

Die Staphylokokken verschwanden also mit der Zeit aus den Kolben. — Eine Vermehrung der Typhusbazillen hatte mit der Abnahme der Staphylokokken nicht statt.

In den Agglutinationsversuchen, deren Resultat ich unter Vermeidung ausführlicher Tabellen kurz anführe, verwendete ich Mischkulturen mit verschiedenem gegenseitigen Zahlenverhältnis der Typhusbazillen und Staphylokokken. Dafs bei ihrer Abtötung die Temperatur von 56° C nicht überschritten wird, ist wichtig nach den Versuchen von A. Joos. (α- und β-Agglutinogen!) Kaninchen von 1250—1325 g erhielten 1,5 ccm Mischkultur subkutan. Über das weitere Verfahren siehe oben. Bei einigen Tieren kam es zu Eiterungen am Injektionsort. Zwei Kontrolltiere bekamen 1,5 ccm Typhusbazillenreinkultur (Serum nach 9 Tagen).

Bei den mit meinen Mischkulturen behandelten acht Tieren kam es regelmäfsig zur Bildung eines

Agglutinins für Typhusbazillen. Die Stärke der Agglutination für Typhusbazillen war in der Hauptsache umgekehrt proportional dem Staphylokokkengehalt der verwendeten Mischkultur. Während die Seren der Kontrolltiere bis zur Verd. 1 :2000 (makrosk. Grenze) agglutinierten, lagen die Agglutinationstiter der Mischkulturtiere zwischen 200 und 1000. Eine wesentliche Agglutinationswirkung auf die zur Mischkultur verwendeten Staphylokokken wurde nicht beobachtet.

Drei Kaninchen der zweiten Reihe injizierte ich je 1,0 ccm bei 56° abgetöteter 3tägiger Typhusbazillen- und Staphylokokkus albus-Reinkultur gleichzeitig an getrennter Stelle. Blutentnahme usw. wie oben. Die Agglutinationstiter für B. typhi bewegten sich dann zwischen 400 und 500.

Die vier Kaninchen der dritten Reihe endlich mit lebenden Staphylokokken und Typhusbazillen verhielten sich verschieden. Eins mit je 1 ccm 24stündiger Bouillonkultur (subkutan) ging nach drei Tagen zugrunde. Im Blut wies ich nur Staphylokokken der einverleibten Art nach. Im Serum keine Typhusbazillenagglutinine. Ebenso wenig nach 9 Tagen im Serum eines zweiten Tieres mit je ½ ccm Reinkultur; das Tier war schwer krank und ging schliefslich an seinen Staphylokokken ein. Das dritte Kaninchen mit ebensolchen Mengen brachte es nach 9 Tagen zu einem Agglutinationstiter von 1000 (für B. typhi). Das vierte mit je ¼ ccm kam zu 100. Die Eiterung verlief gutartig.

Es ist demnach bewiesen, dafs bei Mischinfektion durch Typhusbazillen und Staphylokokken beim Vorwiegen der letzteren die Gruber-Widalsche Reaktion im Blutserum ausbleiben kann.

In klinischen Typhusfällen mit Fehlen einer beweisenden Agglutinationswirkung für das Bakterium typhi, und Bakterium paratyphi beider Typen ist also der Gedanke an einen Mischinfekt zu ventilieren. Es müssen dann Bakterienzüchtungsversuche nicht nur mit den Fäces sondern auch dem Blute — (mehrere Kubikzentimeter) — vorgenommen werden.

In solchem Falle kann die Hemmung der Agglutinbildung unter Umständen erst in der Rekonvaleszenz wegfallen.

Literatur.

1. Hayo Bruns und H. Kayser, Die Verwertbarkeit des Agglutinationsphänomens etc. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf., Bd. 43, 1903, S. 400—425.
2. H. Kayser, Die Bakteriologie des Paratyphus. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk., I. Abt., 1903, II. Hälfte.
3. de Feyfer und H. Kayser, Eine Endemie von Paratyphus. Münchner med. Wochenschr., 1902, Nr. 41/42.
4. Sidney Wolf, Beiträge zur Agglutination etc. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk., 1899, Abt. I, Bd. XXV, S. 311.
5. A. Castellani, Die Agglutination bei gemischter Infektion usw. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf., 1902, Bd. 40.
6. Jürgens, Widalsche Reaktion und Mitagglutination. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf., Bd. 43, II. Heft.
7. W. Korte, Beitrag zur Kenntnis des Paratyphus. Ebenda, Bd. 44, S. 244—272.
8. P. T. Müller, Über die Immunisierung der Typhusbazillen gegen spez. Agglutinine usw. Münchner med. Wochenschr., 1903, Nr. 2.
9. A. Joos, Untersuch. über die verschiedenen Agglut. des Typhusserums. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk., I. Abt., Bd. 33, Heft 10, S. 762.

Über eine eigentümliche schädliche[1]) Wirkung der Sonnenstrahlen während gewisser Monate des Jahres, und ihre Beziehung zur Coryza, Influenza etc.

Von

Prof. **Claudio Fermi.**

(Hygienisches Institut der kgl. Universität Sassari.)

Erster Teil.

Der Klarheit halber und um dem Leser in wenigen Linien einen allgemeinen Überblick der ganzen Arbeit zu geben, habe ich es für zweckmäfsig gehalten, ein Inhaltsverzeichnis vorauszuschicken.

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung.

II. Wirkung der Sonnenstrahlen auf Tiere.

III. Wirkung der Sonnenstrahlen auf den Menschen während der 12 Monate des Jahres.

IV. Erlangte Resultate;

1. Prozentsatz der in den verschiedenen Monaten getroffenen.
2. Relative Häufigkeit der verschiedenen Störungen und Symptome, welche dem symptomatologischen Bilde angehören.
3. Häufigkeit der verschiedenen Symptome, je nach den verschiedenen Monaten.
4. Dauer der Krankheit, je nach den verschiedenen Monaten.

V. Lange Reihe von Versuchen, die der Verfasser an sich selbst angestellt hat.

1) Die schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen entfaltet sich nur, wenn Kopf und Gesicht getroffen werden, fehlt aber vollständig bei der mehrstündigen Sonnenwirkung auf andere Körperteile.

VI. Unter den Ärzten angestellte Nachforschungen.

VII. Nachforschungen, angestellt bei vielen Personen, verschieden im Alter und im Geschlecht.

VIII. Sammlung von Sprichwörtern in den verschiedenen Gegenden Italiens, welche dieses Phänomen bestätigen.

IX. Verschiedene Bedingungen, welche auf das Phänomen einen Einflufs ausüben.
1. Einflufs des längeren oder kürzeren Aufenthaltes in der Sonne auf die erlangten Wirkungen.
2. Verhältnis, welches zwischen der Tageszeit und der Wirkung der Sonnenstrahlen besteht.
3 Wirkung der Sonnenstrahlen je nach dem von ihnen getroffenen Teile des Kopfes.
4. Einflufs des Ruhezustandes oder der Bewegung des Kopfes während des Aufenthaltes in der Sonne.
5. Einflufs des Schwitzens während der Ausstellung an die Sonne auf die von letzterer verursachte Wirkung.
6. Verhältnis, welches zwischen dem unangenehmen oder dem angenehmen Gefühle während des Aufenthaltes in der Sonne und von letzterer verursachten Wirkung besteht.
7. Ob den infolge der Sonnenwirkung verursachten Störungen eine Inkubationsperiode vorausgeht?
8. Verhältnis, welches zwischen der Anwesenheit oder dem Mangel einer Inkubationsperiode in bezug auf die Schwere der Störungen besteht.

X. Einflufs der meteorologischen und klimatischen Bedingungen. Verbreitung des Phänomens je nach den verschiedenen Ländern.

XI. Prädisponierende Ursachen:
1. Alter.
2. Körperbau.
3. Geschlecht.
4. Rasse.
5. Gewohnheit, überstandene Krankheiten etc.

XII. Wie kann man dieses Phänomen erklären?
1. Hypothese der verlorenen Gewohnheit, sich im Winter in der Sonne aufzuhalten.
2. Hypothese des grofsen Unterschiedes in der Temperatur, den man im Übergange aus der Sonne in den Schatten wahrnimmt. Untersuchung über die Wirkung der Sonnenstrahlen auf Personen, die sich in einem Raume befinden, dessen Temperatur jener der Sommermonate gleich ist, auch in bezug auf die Trockenheit und die Feuchtigkeit.
3. Wirkung der verschiedenen Strahlen des Spektrums.
4. Wärmestrahlen:
   a) Die Wirkung der irdischen Wärmequellen verursacht das Phänomen nicht.

b) Die Verschiedenheit der erklärbaren Temperatur auf den verschiedenen Teilen des von den Sonnenstrahlen getroffenen Kopfes ist ungenügend um das Phänomen erklären zu können.
c) Die Wirkung der Sonnenstrahlen ist schädlich in den Frühlings- und Herbsttagen, auch wenn die Temperatur im Schatten oder in der Sonne die der Sommermonate übertrifft.
d) Auch die vom Glase, vom Wasser, von metallenen Oberflächen reflektierenden Sonnenstrahlen können wie die direkten Strahlen die schädliche Wirkung erklären.
e) Lichtstrahlen.
f) Chemische Strahlen.
   1. Wirkung der durch eine Alaunschicht geleiteten Sonnenstrahlen.
   2. Wirkung der durch eine Wasserschicht mit niedriger Temperatur geleiteten Sonnenstrahlen.
   3. Wirkung der durch gefärbte Glasscheiben geleiteten Sonnenstrahlen.
   4. Wirkung der Sonnenstrahlen auf ein schwarz gefärbtes Gesicht.
g) Ist die Bildung des Sonnenspektrums in den Winter- und Frühjahrsmonaten verschieden von der in den Sommermonaten?
h) Welchen Einflufs kann die gröfsere oder mindere Obliquität der Sonnenstrahlen, sowie die gröfsere oder die geringere Entfernung der Erde von der Sonne im Winter und im Sommer haben?
i) Wirkung der Sonnenstrahlen während der verschiedenen Monate des Jahres auf die Mikroorganismen und die verschiedenen unbeständigen chemischen Stoffe.

XIII. Schlufs.

XIV. Prophylaxis.
   1. Wie kann man mit Erfolg den Kopf und das Gesicht in jenen Monaten gegen die Sonne schützen, in welchen dieselbe schädlich ist?
   2. Wie kann man die nervösen, vasomotorischen, trophischen Störungen neutralisieren, die durch die Sonne verursacht werden?
      a) Wirkung der kalten und der warmen Waschungen.
      b) Versuche von Präventiv- oder Abortiv-Mittel unter einigen chemischen Stoffen.

XV. Allgemeiner Überblick auf die erhaltenen Erfolge.

I. Vorwort.

Als Fortsetzung meiner früheren Arbeiten über zu Krankheiten überhaupt disponierende Einflüsse in besonderem aber zu Tuberkulose, zu Lungenentzündung, Schnupfen, werde ich ein anderes physisches Agens besprechen, welches nach den meteorologischen Einflüssen, wie Kälte, Feuchtigkeit und Wind, eine der häufigsten prädisponierenden Ursachen zu verschiedenen

Krankheiten wie: Schnupfen, Laryngitis, Pharyngitis, Influenza, Meningitis usw. ist, ich meine die direkte Bestrahlung des Kopfes durch die Sonne in gewissen Monaten des Jahres.

Obwohl die schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen auf den Kopf von Oktober bis Juni, speziell von Februar bis April, weder den Ärzten noch dem Volke unbekannt ist, ist sie immerhin das am meisten vernachlässigte veranlassende oder prädisponierende Agens verschiedener Krankheiten, wie z. B. Coryza, Influenza und vielleicht auch Heufieber, Meningitis, und ich glaube der Einzige gewesen zu sein, der sich hiermit beschäftigt hat.

In zwei meiner Arbeiten über die Ätiologie und die Prophylaxe der Coryza (1896), welche ich zusammen mit cand. med. Brettschneider veröffentlicht habe, beschäftigte ich mich damit.

Weder vor noch nach meinen Arbeiten über den Schnupfen gelang es mir, irgendeine Veröffentlichung über diesen Gegenstand zu finden. Die langjährigen, an mir selbst angestellten Beobachtungen (da ich der Wirkung der Sonnenstrahlen gegenüber im Winter und im Frühjahre, und nur in diesen Monaten sehr empfindlich bin), die zahlreichen bei andern gemachten Erfahrungen, weshalb man es ohne Schwierigkeit zu den andern physikalischen prädisponierenden Agenten, wie Erkältung, Zugluft usw. rechnen kann, haben mich bewogen, ganz besonders die Aufmerksamkeit auf diesen unsern trügerischen Feind zu lenken.

Der Einfluſs der Sonne in den Monaten vom Oktober bis Mai ist verschieden je nach der Person, ja sogar oft bei derselben Person je nach dem momentanen Befinden derselben. Viele, die sich den Sonnenstrahlen aussetzen fühlen keine unangenehme Wirkung, im Gegenteil, sie halten sich sogar gern in denselben auf, andern dagegen ist die lokalisierte Wirkung der Sonnenstrahlen auf dem Kopfe mehr oder weniger unangenehm, ebenso wie die von einer Lampe, eines Feuers etc. auf den Kopf strahlende Hitze. Nach einem gewissen Zeitraume, welcher zwischen einigen Minuten und einigen Stunden schwankt,

1) Supplemento al Policlinico. Anno II, Nr. 26.

bemerken die dem Einflufs der Sonnenstrahlen sich aussetzenden Menschen die ersten Störungen, welche auch je nach der Person verschieden sind. Das charakteristische Anfangssymptom zeigt sich als ein Gefühl von Trockenheit der Nase und des Pharynx, Brennen in den Augen, Niefsen, Kopfschmerz, welche auch, wenngleich selten, bis zum Subdelirium sich steigern können. Gleich darauf erscheinen die ersten Anzeichen des Schnupfens: allgemeine Mattigkeit, Appetitlosigkeit, belegte Zunge, Verstopfung, Fieber und nicht selten tritt das bekannte Bild der Pseudo-Influenza auf.

Denen,. die in verhüllter Weise die Existenz dieses Phänomens in Zweifel ziehen möchten unter dem Vorwande, die Sonne sei ihnen nicht nachteilig, könnte man antworten, dafs ich immer mehr antreffe, welche diese Erscheinung als eine unleugbare anerkennen und dafs diese Seltenheit einer Krankheit, eines Phänomens (dieses ist dagegen sehr verbreitet) deren Bestehen nicht ausschliefst. Wer weifs übrigens nicht wie grofs der individuelle Widerstand ist? Das Zweifeln über die besondere schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen, eben weil nicht alle Leute daran leiden, wäre so wie wenn man das Bestehen des Sonnenstiches und der Hitzschläge leugnen wollte, weil man sieht, dafs nur wenige Männer einer ganzen Militärabteilung davon getroffen werden; es wäre wie wenn man die Wirkung der Feuchtigkeit, des Windes, des zurückgeschlagenen Schweifses leugnen wollte, weil viele Hirten, Kutscher, Soldaten, Fischer sich derselben ungestraft aussetzen können.

Viele leiden unter dem Einflusse der Sonne, ohne zu wissen, weil es eben nicht leicht ist, die nachteilige Wirkung derselben wahrzunehmen und zu beweisen. Es ist dies nicht leicht, weil man sich in den kalten Monaten gern an der Sonne aufhält und die nachteilige Wirkung erst nach einigen Stunden wahrnimmt, und weil man die ersten Beschwerden unter welchen sie auftritt, z. B. Trockenheit der Nase, Kopfschmerzen etc. nicht immer den Sonnenstrahlen zuschreiben kann.

Ganz anders ist es, wenn es sich um die Kälte, die Feuchtigkeit, den Wind handelt, da die Wirkung dieser Faktoren äufserst unangenehm ist, und man dieselbe nicht so schnell vergifst.

Die grofse Wichtigkeit solcher prädisponierender Einflüsse braucht heutzutage nicht mehr hervorgehoben zu werden.

Welcher Arzt, ja welcher Uneingeweihte wollte nicht wissen, dafs die höhere oder mindere Empfindlichkeit gegen viele krankmachende Einflüsse von der Lebensweise abhängt?

Wem ist es unbekannt, dafs die genannten physikalisch-chemischen Faktoren wegen der nervös-trophischen Störungen und der Veränderungen des allgemeinen Stoffwechsels, die sie verursachen, zu Krankheiten prädisponieren können, und dafs beim Vermeiden dieser auch jene vermieden werden?

Wem ist es unbekannt, dafs der freie, unabhängige, mit allen seiner Erhaltung notwendigen Mitteln versehene Mensch viel leichter diese prädisponierenden Faktoren vermeiden kann, als das Eindringen der spezifischen Keime, von denen einige übrigens, wie der Pneumokokkus, sich sogar in der Mundhöhle der Gesunden aufhalten. Wem ist es ferner unbekannt, dafs eine gesunde Lunge und der Pneumokokkus, wie Murri sagt, keine Lungenentzündung verursachen, und dafs der Kochsche Bazillus nicht den ganzen Tuberkel und noch viel weniger, wie Bacelli hinzufügt, die Schwindsucht bedeutet?

Oder wer ingnoriert, dafs bei im freien Zustande lebenden Tieren Krankheiten und Unpäfslichkeiten zu den Ausnahmen gehören, während sie bei dem Menschen zur Regel gehören; und dafs dies nicht seinen Grund in einer geringeren Empfindlichkeit der Tiere den Ansteckungen gegenüber hat (denn viele derselben sind empfänglicher als der Mensch), sondern in der instinktiven Vermeidung aller diese ansteckenden Krankheiten disponierender Momente.

Welche Wege konnte man einschlagen, zu versuchen, einen Beweis dieser Tatsache zu erbringen? Ich verfolgte die Wege: 1. Versuche auf Tieren; 2. Versuche auf Menschen; 3. ausgedehnte Nachforschungen bei Menschen.

* * *

II. Wirkung der Sonnenstrahlen auf Tiere.

Tierexperimente: Aus diesen Versuchen hebe ich folgende hervor:

1. Ich unterwarf Tiere (Meerschweinchen, Kaninchen) der Wirkung der Sonnenstrahlen, indem ich bei einigen nur den Kopf von der Sonne bescheinen liefs, während der übrige Teil des Körpers mit Stoffe umhüllt oder in ein Kistchen eingeschlossen oder auch in die Erde gegraben war, andere wurden hingegen ganz der Sonne ausgesetzt.
2. Erhitzte ich bei einigen Tieren verschiedene Stellen des Kopfes durch verschiedene leuchtende Wärmequellen, während ich den übrigen Teil des Körpers in einer niedrigen Temperatur erhielt.
3. Stellte ich auch Versuche an, die Wirkung der Sonnenstrahlen zu studieren, indem ich einige Exemplare den durch verschiedene farbige Scheiben dringenden Sonnenstrahlen aussetzte, wobei ich die Temperatur auf der Glasscheibe und in einer Entfernung von 5 cm mafs und die von betreffenden Individuen dargebotenen Erscheinungen aufzeichnete.

Ich mufste aber bald einsehen, dafs mich diese Versuche an Tieren zu keiner Lösung dieser Frage führen könnten.

III. Wirkung der Sonnenstrahlen auf den Menschen während der 12 Monate des Jahres.

Die Versuche wurden in der folgenden Weise angestellt:

Die Individuen, auf welche man die Wirkung der direkten Sonnenstrahlen experimentierte, blieben exponiert:

a) in verschiedenen Monaten;
b) zu verschiedenen Stunden des Tages;
c) während eines Zeitraumes von zwanzig Minuten bis zu zwei Stunden;

d) indem man der Einwirkung der Sonnenstrahlen die verschiedenen Teile des Kopfes exponierte; nämlich die Seite, das Gesicht und das Genick;

e) ist der Versuch zu Ende — ein Arzt unterscheidet sofort die ersten Erscheinungen — sodann verfolgt man die Kranken bis zu ihrer Genesung.[1])

Gehen wir nun ohne weiteres zu den Versuchen über.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Januar.

Am 31. Januar wurden zuerst um 10 Uhr 20 Min. elf Personen der Sonne ausgesetzt, andere elf um 3 Uhr 15 Min. In beiden Fällen dauerte die Bestrahlung durch die Sonne 60 Minuten. Zehn Personen wurden von der Sonne ins Gesicht, neun auf die linke Seite, zwei auf die rechte Seite des Kopfes und eine auf alle Seiten des Kopfes beschienen. Um 9 Uhr stieg die Temperatur der Sonne auf 32° und sank auf 20 gegen 3 Uhr 15 Min. Im Schatten hatte man eine Temperatur von 20° resp. 12°. Die relative Feuchtigkeit stieg auf 73 um 9 Uhr und sank auf 46 um 3 Uhr 11 Min., das Anemometer zeigt E 1 resp. G. 0.

Gehen wir nun zu den einzelnen Fällen über.

1. Versuch.

9 Uhr vormittags, Dauer 60 Min., Temperatur an der Sonne 32°, im Schatten 20°, Feuchtigkeit 73°, Wind E 1.

1. Scano Giuseppina, 28 Jahre alt, kräftigen Wuchses, wird von der Sonne auf die linke Seite des Kopfes beschienen. Nach 4 Stunden klagt sie über Kephaläa, Hitze im Gesichte, Mattigkeit in den Beinen, was 5 Tage lang dauert.

2. Deliperi Pietrina, 18 Jahre alt, schwächlicher Konstitution, wird im Gesicht getroffen, sie klagt über keine Beschwerden.

3. Scano Giovannina, 25 Jahre alt, schwächlichen Baues, wird auf die linke Seite getroffen. Die Sonne ist ihr, selbst während des Versuches, unerträglich. Sie klagt sofort über Kephaläa (Kopfschmerz), Entzündung und Schwere der Augen, Hitzegefühl im Gesicht, Mattigkeit in den Beinen, Frösteln, und erholt sich vollständig erst nach 3 Tagen.

---

1) Sei es um dieses Krankheitsbild in der vollkommensten Art und Weise darzustellen, sei es um in die Physiopathologie des Phänomens einzudringen, habe ich mit besonderer Sorgfalt darauf geachtet, auch nicht das unbedeutendste Symptom zu vernachlässigen.

4. Caso Rosina, 14 Jahre alt, schwächlichen Körperbaues, wird von der Sonne auf die linke Seite getroffen. Der Aufenthalt an derselben während des Versuches ist ihr unerträglich. Nach 4 Stunden klagt sie über Kephaläa, leichte Reizung der Augen, Hitzegefühl im Gesicht, Verstopfung der Nase, Mattigkeit in den Beinen, unruhigen Schlaf, am folgenden Tage wird sie von einem fieberhaften Schnupfen befallen. Sie heilt in 4 Tagen, nach Verabreichung von Chinin.

5. Scano Marietta, 32 Jahre alt, kräftigen Baues, wird von der Sonne ins volle Gesicht getroffen, sie empfindet während des Versuches keinerlei Beschwerden, nach 1 Stunde dagegen klagt sie über Kephaläa, Wärmegefühl im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut, am folgenden Tage über unruhigen Schlaf und Mattigkeit in den Beinen. Sie heilt nach 3 Tagen.

6. Bornietta Rosina, 18jährig, schwächlichen Baues, wird auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unerträglich, sie klagt über Kephaläa und Hitze im Gesicht, aber erst nach 6 Stunden. Die Genesung erfolgt in 24 Stunden.

7. Sanna Teresa, 39 Jahre alt, wird von der Sonne auf die rechte Seite getroffen, sie klagt erst nach 4 Stunden über Nasenverstopfung und Mattigkeit in den Beinen, Beschwerden, welche innerhalb 3 Tagen verschwinden.

8. Carnelias Grazietta, 16 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Nach 4 Stunden klagt sie erst über Nasenverstopfung, welche im Laufe des Tages verschwindet.

9. Spano Anna Maria, 40 Jahre alt, kräftig gewachsen, wird von der Sonne ins ganze Gesicht getroffen. Sie gibt an, dafs die Sonne ihr während des Versuches lästig sei, und klagt sofort über Kephaläa, leichte Entzündung der Bindehäute, Hitze im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Schmerzen in den Hüften und Mattigkeit in den Beinen. Sie heilt nach 2 Tagen.

10. Casu Giovannina, 15 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Sie klagt über Kephaläa, Hitze im Gesicht, Verstopfung der Nase, leichte Pharyngitis, Mattigkeit in den Beinen und heilt nach 4 Tagen.

11. Pintus Grazietta, 15 Jahre alt, schwächlichen Baues, wird von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Nach 3 Stunden klagt sie über Kephaläa, Hitze im Gesicht, Nasenverstopfung, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen, Frösteln, und heilt nach 2 Tagen.

12. Desole Pietrina, 24 Jahre alt, kräftig gewachsen, wird von der Sonne ins ganze Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne während des Versuches ist ihr lästig. Nach 3 Stunden klagt sie über Kephaläa, leichte Entzündung der Bindehäute, Hitze im Gesicht, Frösteln. Diese Beschwerden verschwinden innerhalb 24 Stunden.

13. Soro Caterina, 20 Jahre alt, schwächlichen Baues, wird von der Sonne ins ganze Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr lästig. Sie klagt sofort über Kephaläa, Hitze im Gesicht, leichte Augen-

(Fortsetzung des Textes auf S. 332.)

Tabelle I. **Wirkung der Sonnenstrahlen**

Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	1 Scano Giuseppina	2 Deliperi Pietrina	3 Scano Giovannina	4 Caso Rosina	5 Scano Marietta	6 Bornietta Rosina	7 Sanna Teresa	8 Carnelias Grazietta	9 Spano Anna Maria
A. Versuchsbedingungen.									
Datum des Versuches	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31
Tageszeit	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
Dauer des Versuches	60'	60'	60'	60'	60'	60'	60'	60'	60'
Alter	28	18	25	14	32	18	39	16	40
Konstitution	+	—	—	—	+	—	+	—	+
Getroffener Teil d. Kopfes	r. S.	fr.	r. S.	r. S	fr.	r. S.	r. S.	r. S.	fr.
Temperatur in der Sonne	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°
Temperatur im Schatten	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°
Feuchtigkeit	73	73	73	73	73	73	73	73	73
Wind	E. 1	E. 1	E. 1	E. 1	E. 1	E 1	E. 1	E. 1	E. 1
B. Symptomkomplex.									
Aufenthalt an der Sonne unangenehm	0	0	+	+	0	+	0	0	+
Schweifssekretion	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kephaläa	+	0	+	+	+	+	0	0	+
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	+	+	0	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	0	+	+	0	0	0	0	+
Hitzegefühl im Gesicht	+	0	+	+	+	+	0	0	+
Trockenheit der Nasenschleimhaut	0	0	0	0	+	0	0	0	+
Nasenverstopfung	0	0	0	+	0	0	+	+	0
Coryza	0	0	0	+	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in d. Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0	0	+
Mattigkeit in den Beinen	+	0	+	+	+	0	+	0	+
Appetitmangel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	0	0	+	0	0	0	0	0
Inkubationsperiode	4	—	0	4	1	6	4	4	0
Kur	0	—	0	Chinin	0	0	0	0	0
Heilung nach Tagen	5	—	3	4	3	1	3	1	2

Erklärung der Zeichen:

\+ Vor dem Worte »Körperbau« bedeutet kräftig; vor den verschiedenen Erscheinungen zeigt das Vorhandensein desselben an;
— vor dem Worte Körperbau = schwächlich;
vor den Symptomen = leicht,

im Monat Januar. Tabelle I.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Casu Giovannina	Pintus Grazietta	Dettori Pietrina	Soro Caterina	Secchi Antonietta	Uneddu Teresa	Piras Vincenza	Sanna Anna Maria	Sanna Teresa	Carnelias Francesca	Sanna Pasquangela	Mazzoni Luigia	Scano Lorenzo
31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.
10.20	10.20	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼	3¼
60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′
15	15	24	20	25	25	29	36	21	33	39	16	27
—	—	+	—	—	+	+	—	—	—	+	+	—
r. S.	r. S.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	l. S.	fr.	fr.	r. S.	r. S.	alle S.
32°	32°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°	20·17°
20°	20°	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°
73	73	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
E. 1	E. 1	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0
0	0	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+
0	0	+	+	+	0	+	+	+	0	0	0	0
+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	0	0	0
+	+	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	+
+	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
+	+	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	0	+	+	0	0	0	+	+	0	0	+
+	0	0	+	0	0	0	0	+	+	0	0	0
0	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
0	3	3	0	2	4	1	2	4	2	4	4	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	Chinin	0	0	0
4	2	1	3	3	2	3	3	7	5	1	1	3

0 = vollständige Abwesenheit,
V fr. = Gesicht,
N = Genick,
r. S. = rechte Seite,
l. S. = linke Seite.

entzündung, Schmerzen in den Hüften und Mattigkeit in den Beinen. Am nächsten Tage wird sie von einem Schnupfen und von Appetitlosigkeit befallen. Sie heilt nach 3 Tagen.

14. Secchi Antonietta, 25 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne ins ganze Gesicht getroffen. Der Aufenthalt in der Sonne ist ihr lästig, sogar während des Versuches. Nach 2 Stunden klagt sie über Kephaläa, leichte Entzündung der Augen, Hitze im Gesicht, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen, Frösteln, und heilt nach 3 Tagen.

15. Uneddu Teresa, 25 Jahre alt, kräftig, wird ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr lästig. Nach 4 Stunden klagt sie über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit in der Nase, Frösteln. Sie heilt nach 2 Tagen.

16. Piras Vincenza, 29 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr lästig. Nach einer Stunde klagt sie über Kephaläa, leichte Entzündung der Augen, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut. Sie heilt in 3 Tagen.

17. Sanna Anna Maria, 36 Jahre alt, schwächlich. Der Aufenthalt in der Sonne ist ihr lästig. Nach 2 Stunden klagt sie über Kephaläa, leichte Entzündung der Konjunktiva, Trockenheit und Verstopfung der Nase. Die Beschwerden verschwinden nach 3 Tagen.

18. Sanna Teresa, 24 Jahre, schwächlich, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Sie hält sich gern in der Sonne auf. Nach 4 Stunden klagt sie über Kephaläa, Brennen in den Augen und im Gesicht, Trockenheit der Nase und Verstopfung derselben, Halsschmerzen, Mattigkeit in den Beinen, später Frösteln und Appetitlosigkeit. Sie heilt in 7 Tagen ohne Behandlung.

19. Carnelias Francesca, 33 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Nach 2 Stunden klagt sie über Kopfschmerz, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nase, Mattigkeit der Beine, sodann über unruhigen Schlaf, Frösteln, Appetitlosigkeit, wird vom Schnupfen mit Fieber befallen und heilt nach Verabreichung von Chinin nach 5 Tagen.

20. Sanna Pascquangela, 39 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr lästig. Nach 4 Stunden klagt sie über Kopfschmerzen, Brennen im Gesicht, Frösteln, was im Laufe des Tages verschwindet.

21. Mazzoni Luigia, 16 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Nach 4 Stunden klagt sie über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen. Diese Erscheinungen verschwinden im Laufe des Tages.

22. Scano Lorenzo, 27 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne auf den ganzen Kopf getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihm unangenehm. Nach einer Stunde klagt er über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nase, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen. Am folgenden Tage sagt er, eine unruhige Nacht durchgemacht zu haben und wird vom Schnupfen befallen. Er heilt nach 3 Tagen.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Februar.

1. Versuch.

Am 11. Februar wurden elf Personen um 10 Uhr vormittags der Sonne ausgesetzt. Die Dauer der Bestrahlung ist von 30 bis 60 Min.; die Temperatur der Sonne schwankt zwischen 16° und 22,5°; im Schatten zwischen 12,5—13°; die Feuchtigkeit 62°; Wind — Ostwind mit der Schnelligkeit von 2 km.

1. Casu Giovannina, 15jährig, schwächlich, wird von der Sonne 30 Min. lang auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Nach 30 Min. empfindet sie Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit in der Nase, Nasenverstopfung und später Mattigkeit in den Beinen, Mangel an Appetit, Frösteln und Fieber. Sie heilt nach 4 Tagen, nach Verabreichung von Chinin.

2. Masala Rosina, 24 Jahre alt, schwächlich, wird 30 Min. lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Nach 2 Stunden klagt sie über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nase und Verstopfung derselben, Halsschmerzen. Diese Beschwerden verschwinden nach 3 Tagen.

3. Masala Speranza, 22 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne 30 Min. lang ins Gesicht getroffen. Nach 4 Stunden klagt sie über Kephaläa, Brennen im Gesicht. Diese Beschwerden verschwinden im Verlaufe des Tages.

4. Sanna Teresa, 36 Jahre alt, kräftig gebaut, wird 60 Min. lang von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Nach 1 Stunde klagt sie über Kephaläa, leichte Entzündung und Schmerzen in den Augen, Brennen im Gesichte, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Halsschmerzen und Frösteln. Sie heilt nach 2 Tagen ohne Behandlung.

5. Scano Giuseppina, 28 Jahre alt, kräftig, wird 60 Min. lang von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Nach 3 Stunden klagt sie über Kopfschmerzen, Brennen im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen, Mattigkeit in den Beinen und Frösteln. Sie wird von einem Schnupfen befallen und heilt nach 3 Tagen.

6. Casu Rosina, 14 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen und zwar 60 Min. lang. Der Aufenthalt an derselben ist ihr unangenehm. Nach 2 Stunden klagt sie über Kephaläa, leichte Entzündung der Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen. Am folgenden Tage wird sie von einem Schnupfen befallen, von welchem sie nach 4 Tagen ohne Behandlung heilt.

7. Scano Giovannina, 25 Jahre alt, schwächlich, wird 30 Min. lang von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Nach 1 Stunde klagt sie über Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Hitze im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen, Mattigkeit in den Beinen. Sie wird von Schnupfen und Fieber befallen und heilt nach 3 Tagen auf Verabreichung von Chinin.

8. Pintus Grazietta, 14 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne $^1/_2$ Stunde lang ins Gesicht getroffen. Nach 3 Stunden klagt sie über Brennen und Schwere der Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase. Diese Beschwerden verschwinden im Laufe des Tages.

9. Carnelias Grazietta, 16 Jahre alt, schwächlich, wird 1 Stunde lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt in der Sonne ist ihr unangenehm. Nach 5 Stunden klagt sie über leichte Entzündung und Schwere der Augen, Brennen im Gesicht, Mattigkeit in den Beinen. Am folgenden Tage wird sie von Frösteln, Appetitlosigkeit und Fieber befallen. Sie heilt nach 3 Tagen ohne Behandlung.

10. Deliperi Pietrina, 18 Jahre alt, schwächlich, wird 1 Stunde lang von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Sie hält sich gern an der Sonne auf, wird aber von Kephaläa befallen und klagt über Brennen in den Augen, Sprödigkeit der Lippen. Diese Beschwerden verschwinden innerhalb 24 Stunden.

11. Casu Giulia, 2 Jahre alt (folgt die Mutter), kräftig, wird 1 Stunde lang von der Sonne auf alle Seiten beschienen. Nach 5 Stunden bemerkt man bei ihr Trockenheit und Verstopfung der Nase, Schnupfen, Halsschmerzen, Appetitlosigkeit und Fieber. Sie heilt nach 4 Tagen auf Verabreichung von Chinin.

2. Versuch.

Am 25. Februar wurden um $9^1/_2$ Uhr zwölf Personen ausgesetzt. Die Bestrahlung dauerte 30 Min.; die Temperatur an der Sonne schwankte zwischen 27—25°; im Schatten zwischen 12—14,5°; die relative Feuchtigkeit war 70°; der Ostwind wehte mit der Schnelligkeit von 6 km.

12. Masala Rosina, 21 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne 30 Min. lang ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Nach einer Stunde klagt sie über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen und Halsschmerz, später zeigt sich Mattigkeit in den Beinen, Hartleibigkeit, Frösteln und Fieber. Sie heilt nach 4 Tagen auf Verabreichung von Chinin.

13. Polo Giovannina, 24 Jahre alt, kräftig, wird 30 Min. lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen, Halsschmerz; Beschwerden, die im Laufe des Tages verschwinden.

14. Pintus Grazietta, 14 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen, Beschwerden, welche innerhalb zweier Tage verschwinden ohne Behandlung.

15. Deliperie Pietrina, 18 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Nach drei Stunden klagt sie über Brennen im Gesicht, Trockenheit und Ver-

stopfung der Nase, Halsschmerz, nachher Schnupfen und Appetitlosigkeit. Sie heilt nach 2 Tagen ohne Kur.

16. Sanna Teresa, 36 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Nasenverstopfung, Sprödigkeit der Lippen, Hals- und Schulterschmerzen; später über Hartleibigkeit und wird vom Schnupfen befallen. Genesung nach 3 Tagen.

17. Scanu Giuseppina, 28 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Nach einer Stunde klagt sie über Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, Schmerzen in den Schultern; später Appetitlosigkeit, Schnupfen. Sie heilt nach 3 Tagen ohne Kur

18. Scanu Assunta, 30 Jahre alt, schwächlich, wird ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase und wird vom Schnupfen befallen. Sie heilt nach 3 Tagen.

19. Borniettu Rosina, 18 Jahre alt, schwächlich, wird ins Gesicht getroffen. Sie gibt an, während des Versuches an der Sonne zu schwitzen und klagt über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Hals- und Kopfschmerzen, Mattigkeit in den Beinen; später Appetitlosigkeit, Hartleibigkeit, Frösteln und wird von Schnupfen mit Fieber befallen. Sie heilt nach 4 Tagen.

20. Masala Speranza, 22 Jahre alt, kräftig, wird auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Hartleibigkeit, Beschwerden, welche in einem Tage verschwinden.

21. Rocca Peppina, 24 Jahre alt, kräftig, wird auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie gibt an, während des Versuches an der Sonne zu schwitzen und klagt über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase; später über Halsschmerzen, Appetitlosigkeit, Hartleibigkeit, Frösteln, und wird von Schnupfen mit Fieber befallen. Sie heilt nach 6 Tagen auf Behandlung mit Chinin.

22. Piras Marietta, 28 Jahre alt, kräftig, wird auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Brennen im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen, Hals- und Schulterschmerzen, Mattigkeit in den Beinen; später über unruhigen Schlaf, Appetitlosigkeit, Verstopfung, Frösteln, und wird von Schnupfen mit Fieber befallen. Sie heilt nach vier Tagen auf Verabreichung von Chinin.

23. Pilo Rosina, 24 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, Frösteln. Später klagt sie über Appetitlosigkeit, Hartleibigkeit, und wird von Schnupfen und Fieber befallen. Sie heilt von diesen Beschwerden nach sieben Tagen.

Tabelle II. **Wirkung der Sonnenstrahlen**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Casu Giovannina	Masala Rosina	Masala Speranza	Sanna Teresa	Scano Giuseppina	Casu Rosina	Scano Giovannina	Pintus Grazietta	Carnelias Grazietta
A. Versuchsbedingungen.									
Datum des Versuches	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.
Tageszeit	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Dauer des Versuches	30′	30′	30′	60′	60′	60′	30′	30′	60′
Alter	15	24	22	36	28	14	25	14	16
Konstitution	—	—	+	+	+	—	—	—	—
Getroffener Teil des Kopfes	r. S.	fr.	fr.	r. S.	r. S.	fr.	r. S.	fr.	fr.
Temperatur an der Sonne	16°	16°	16°	22,5°	22,5°	22,5°	16°	16°	22,5°
Temperatur im Schatten	12,5°	12,5°	12,5°	13°	13°	13°	12,5°	12,5°	13°
Feuchtigkeit	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Wind	E. 2	E. 2	E. 2	E. 2	E. 2	E. 2	E. 2	E. 2	E. 2
B. Symptomkomplex.									
Aufenthalt an der Sonne unangenehm	+	0	0	0	0	+	0	0	+
Schweifssekretion	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kephaläa	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritation der Konjunktiva Schwere an den Augen	0	0	0	+	0	+	+	+	+
Hitzegefühl im Gesicht	+	+	+	+	+	0	+	0	+
Trockenheit d. Nasenschleimhaut	+	+	0	+	0	+	0	+	0
Nasenverstopfung	+	+	0	+	0	+	0	+	0
Coryza	0	0	0	0	+	+	+	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	+	+	+	0	0
Pharyngitis	0	+	0	+	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	+	0	0	0	+	0	+	0	+
Appetitmangel	+	0	0	0	+	0	0	0	+
Stuhlverstopfung	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Frösteln	+	0	0	+	+	0	0	0	+
Fieber	+	0	0	0	0	0	+	0	+
Inkubationsperiode	30	2	4	1	3	2	1	3	5
Kur	Chinin	0	0	0	0	0	Chinin	0	0
Heilung nach Tagen	4	3	1	2	3	4	3	1	3

im Monat Februar. Tabelle II.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Deliperi Pietrina	Casu Giulia	Masala Rosina	Polo Giovannina	Pintus Grazietta	Deliperi Pietrina	Sanna Teresa	Scano Giuseppina	Scano Assunta	Borgnetta Rosina	Masala Speranza	Rocca Peppina	Piras Marietta	Pilo Rosina
11.	11.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25,	25.
10	10	9½	9½	9½	9½	9½	9½	9½	9½	9½	9½	9½	9½
60'	60'	30'	30'	30'	30'	30'	60'	60'	60'	60'	60'	60'	60'
18	2	21	24	14	18	36	28	30	18	22	24	38	24
—	+	—	+	—	+	+	—	—	—	+	+	+	+
r. S.	alle S.	fr.	fr.	fr.	r. S	r. S.	fr.	fr.	fr.	l. S.	r. S.	r. S.	fr.
22,5°	22,5°	23°	23°	23°	23°	23°	27,5°	27,5°	27,5°	27,5°	27,5°	27,5°	27,5°
13°	13°	12°	12°	12°	12°	14,5°	14,5°	14,5°	14,5°	14,5°	14,5°	14.5°	14,5°
62	62	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
E. 2	E. 2	E. 6	E. 6	E. 6	E. 6	E. 6	E. 6	E. 6	E. 6	E. 6	E 6	E. 6	E. 6
0	0	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0
+	?	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
+	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	+	0	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+
0	+	0	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+
0	+	0	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+
+	0	+	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	+
0	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0
0	0	0	0	0	0	+	+	0	+	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	+	0	+	0	0	0	0	+	0	0	+	0
0	+	0	0	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+
—	—	+	0	0	0	+	0	0	+	+	+	+	+
0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+	+
0	+	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+	+
0	5	1	0	0	3	0	1	0	2	0	0	0	0
0	Chinin	Chinin	0	0	0	0	0	0	0	0	Chinin	Chinin	0
1	4	4	1	2	2	3	3	3	4	1	6	4	1

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat März.

1. Versuch.

Am 22. März um 4 Uhr nachmittags wurden neun Personen 30—60 Min. lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne betrug 30°, die im Schatten 19°; die relative Feuchtigkeit 36°; das Anemometer zeigte N. 4.

Gehen wir zu den einzelnen Fällen über.

1. Olmeo Maria, 28 Jahre alt, kräftig, wird eine halbe Stunde lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, leichte Entzündung und Schwere in den Augen, Brennen im Gesicht, Sprödigkeit der Lippen, Hals- und Schulterschmerzen, Mattigkeit in den Beinen, und später über unruhigen Schlaf, Mangel an Appetit, Hartleibigkeit, Fieber, und heilt nach 9 Tagen auf Verabreichung von Natriumsalycilicum.

2. Secchi Rosa, 38 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne eine halbe Stunde lang ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kopfschmerz, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, Halsschmerz, Hartleibigkeit, und heilt nach 2 Tagen ohne Kur.

3. Cossu Anna, 19 Jahre alt, kräftig, wird ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa und später über unruhigen Schlaf, nach sechs Tagen Fieber. Sie heilt nach 8 Tagen.

4. Rocca Peppina, 24 Jahre alt, kräftig, wird 30 Min. lang ins Gesicht getroffen. Sie klagt sofort über Kopfschmerzen, diese verschwinden im Laufe des Tages.

5. Rocca Maria, 24 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne eine Stunde lang auf die linke Seite getroffen. Erscheinungen wie bei der Vorigen.

6. Piras Maria, 38 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne eine Stunde lang auf die rechte Seite getroffen. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen und Schwere der Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase, sodann über Halsschmerz mit Husten; am vierten Tag wird sie von Frösteln befallen und heilt nach 8 Tagen.

7. Mucciocco Maria, 16 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne eine Stunde lang ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt in der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen und Schwere der Augen, Beschwerden, die innerhalb 4 Stunden verschwinden.

8. Delogu Maria, 50 Jahre alt, kräftig, wird 30 Min. lang ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Schwere der Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, starke Schmerzen am Halse, Appetitlosigkeit, Hartleibigkeit, Schnupfen mit Frösteln und Fieber; sie heilt nach 28 Tagen auf Verabreichung von Natriumsalycilicum, Chinin, Laudanum etc.

9. Cossu Marietta, 14 Jahre alt, schwächlich, wird ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen und Schwere der Augen, Halsschmerz und Appetitlosigkeit. Sie heilt nach 3 Tagen.

2. Versuch.

Am 22. März um 10 Uhr vormittags wurden zehn Personen 30—70 Min. lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne betrug 19°; im Schatten 13°; die relative Feuchtigkeit 49°; das Anemometer zeigte G. 0.

Die einzelnen Fälle sind folgende:

1. Manconi Maria, 23 Jahre alt, schwächlich, klagt nach 20 Stunden über Kephaläa, wird dann von Schnupfen, Mattigkeit der Beine, Appetitlosigkeit und Frösteln ohne Fieber befallen. Sie heilt nach 5 Tagen ohne Kur.

2. Piredda Giustina, 14 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne eine halbe Stunde lang ins Gesicht getroffen. Sie hält sich gern an der Sonne auf. Nach elf Stunden klagt sie nur über eine leichte Kephaläa und heilt nach 2 Tagen.

3. Scano Giovanna, 25 Jahre alt, schwächlich, wird 30 Min. lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Sie hält sich gerne an der Sonne auf. Sie klagt sofort über Kephaläa, Schwere der Augen, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, Mattigkeit in den Beinen, sodann über unruhigen Schlaf und Schnupfen mit Appetitlosigkeit. Sie heilt nach 6 Tagen.

4. Carnelias Grazietta, 16 Jahre alt, wird von der Sonne eine halbe Stunde lang ins Gesicht getroffen. Sie klagt sogleich nur über Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, dann wird sie vom Schnupfen befallen. Sie heilt nach 2 Tagen.

5. Scano Assunta, 25 Jahre alt, schwächlich, wird eine halbe Stunde lang ins volle Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über starke Kephaläa, Schwere in den Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, dann über Halsschmerz, Appetitlosigkeit und wird von Schnupfen mit Frösteln befallen, wovon sie nach 4 Tagen heilt.

6 Casu Rosina, 14 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne 70 Min. lang ins Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an derselben ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Schwere in den Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, später über Kopfschmerz, aufserdem wird sie vom Schnupfen befallen und heilt nach 6 Tagen.

7. Scano Francesca, 14 Jahre alt, schwächlich, wird 70 Min. lang der Sonne ausgesetzt, welche ihr direkt ins Gesicht scheint. Sie klagt sofort über

(Fortsetzung des Textes auf S. 342.)

Tabelle III. **Wirkung der Sonnenstrahlen**

Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	1 Olmeo Maria	2 Secchi Rosa	3 Cossu Anna	4 Rocca Peppina	5 Rocca Maria	6 Piras Maria
A. Versuchsbedingungen.						
Datum des Versuches	21.	21.	21.	21.	21.	21.
Tageszeit	4	4	4	4	4	4
Dauer des Versuches	30′	30′	30′	30′	60′	60′
Alter	28	38	19	21	24	38
Konstitution	+	+	+	+	+	—
Getroffener Teil des Kopfes	fr.	fr.	fr.	fr.	l. S.	r. S.
Temperatur an der Sonne	30°	30°	30°	30°	30°	30°
Temperatur im Schatten	19°	19°	19°	19°	19°	19°
Feuchtigkeit (relativ)	36	36	36	36	36	36
Wind	N. 4	N. 4	N. 4	N. 4	N. 4	N. 4
B. Symptomkomplex.						
Aufenthalt an d. Sonne unangenehm	+	+	+	0	+	0
Schweißsekretion	+	0	0	0	0	0
Kephaläa	+	+	+	+	+	++
Aufgeregter Schlaf	+	0	+	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	+	0	0	0	0	++
Hitzegefühl im Gesicht	+	0	0	0	0	0
Trockenheit der Nasenschleimhaut	0	+	0	0	0	+
Nasenverstopfung	0	+	0	0	0	+
Coryza	0	0	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	+	+	0	0	0	0
Pharyngitis	+	+	0	0	0	+ Husten
Schmerzen in den Schultern	+	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	+	0	0	0	0	0
Appetitmangel	+	0	0	0	0	0
Stuhlverstopfung	+	+	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	0	+[1]
Fieber	+	0	+[2]	0	0	+[3]
Inkubationsperiode	0	0	0	0	0	0
Kur	Natr. sol.	0	0	0	0	0
Heilung nach Tagen Nr.	9	2	8	1	1	8

1) Nach 4 Tagen. — 2) Nach 6 Tagen. — 3) Nach 4 Tagen.

im Monat März. Tabelle III.

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Macciocco Maria	Delogu Maria	Cossu Marietta	Manconi Maria	Piredda Giustina	Scano Giovanna	Carnelias Grazietta	Scano Assunta	Caso Rosina	Scano Francesca	Cossu Giuseppina	Scano Giuseppina	Sanna Teresa
21.	21.	21.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.
4	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
60'	60'	60'	30'	30'	30'	30'	30'	70'	70'	70'	70'	70'
16	50	14	23	14	25	16	25	14	14	17	29	39
—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+
fr.	fr.	r. S.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	r. S.	l. S.
30°	30°	30°	19°	19°	19°	19°	19°	25°	25°	25°	25°	25°
19°	19°	19°	13°	13°	13°	13°	13°	15°	15°	15°	15°	15°
36	36	36	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
N. 4	N. 4	N. 4	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0
+	+	+	0	0	0	0	+	+	0	+	+	+
0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	0
+	++	+	+	+	+	0	++	+	+	+	+	+
0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	+	+	+
+	0	+	0	0	+	0	+	+	0	0	+	+
0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	+	+	+
0	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
0	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
0	+	0	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
0	+	0	0	0	+	+	+	+	0	+	0	0
0	++	+	0	0	0	0	+	+	0	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+[4]	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	+	+
0	+	+	+	0	+	0	+	0	0	0	+	+
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
0	+	0	+	0	0	0	+	0	0	0	+	+
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+
0	0	0	20 St.	11 St.	0	0	0	0	0	0	0	0
0	Land. Edule. bleorh.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 St.	28	3	5	2	6	2	4	6	4	5	16	9

4) Patientin klagt auch über heftige Schmerzen am rechten Ohre und an den Armen.

Kephaläa, Trockenheit und Verstopfung der Nase. Sodann wird sie von einem Schnupfen befallen, von welchem sie nach vier Tagen heilt.

8. Cossu Giuseppina, 17 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne 70 Min. lang ins volle Gesicht getroffen. Der Aufenthalt an derselben ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Brennen im Gesichte, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, dann über unruhigen Schlaf und Halsschmerz. Sie wird aufserdem von einem Schnupfen befallen, von dem sie nach 5 Tagen heilt.

9. Scano Giuseppina, 29 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne 70 Min. lang auf die rechte Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Schwere der Augen, Brennen im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Verstopfung der Nase, dann über Halsschmerz, unruhigen Schlaf, Schmerzen in den Schultern, im rechten Ohre, in den Hüften, Mattigkeit in den Beinen, Appetitlosigkeit, Hartleibigkeit, aufserdem wird sie von Schnupfen mit Frösteln und Fieber befallen. Sie heilt nach 16 Tagen.

10. Sanna Teresa, 39 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne 60 Min. lang auf die linke Seite getroffen. Der Aufenthalt an der Sonne ist ihr unangenehm. Sie klagt sofort über Kephaläa, Schwere der Augen, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Halsschmerzen, Mattigkeit in den Beinen, später über unruhigen Schlaf, Appetitlosigkeit. Sie wird von Schnupfen mit Frösteln und Fieber befallen, wovon sie nach 9 Tagen heilt.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat April.

1. Masala Rosa, 23 Jahre alt, von schwächlichem Körperbau. Sie war $^1/_2$ Stunde lang, zwischen 5—7 Uhr abends der Sonne ausgesetzt. Von der Sonne bestrahlt wurde das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 2. Inkubationsperiode 2 Stunden. Sie klagt über Kopfschmerz, Halsschmerzen, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Nasenverstopfung, Augenbrennen, Schmerzen in den Nieren und den Beinen. Sie wurde von Coryza mit Fieber befallen. Genesen nach 5 Tagen.

2. Masala Giovannina, 16 Jahre alt, schwächlicher Körperbau. Die Sonnenstrahlen treffen das Gesicht $^1/_2$ Stunde lang, zwischen 5—7 Uhr abends, Temperatur an der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Inkubationsperiode 2 Stunden. Sie klagt über Kopfschmerz und Schwere desselben, Nasenverstopfung, Trockenheit der Lippen. Sie leidet an Coryza mit Fieber. Genesen nach 5 Tagen.

3. Masala Speranza, 19 Jahre alt, schwächlich, ausgesetzt $^1/_2$ Stunde, getroffener Teil das Gesicht. Temperatur an der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 2. Empfindet keine Störung.

4. Demontis Giuseppa, 20 Jahre alt, kräftig, $^1/_2$ Stunde lang der Sonne ausgesetzt, getroffener Teil das Gesicht. Temperatur 22° in der Sonne, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Zeit 5—7 Uhr abends. Gibt Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes an mit Delirium. Sie

empfindet Halsschmerzen, Hitze, Trockenheit der Nase, Schwere in den Beinen, leidet an Coryza. Geheilt nach 3 Tagen.

5. Fois Pietrina, 30jährig, kräftig. Ausgesetzt während 1/2 Stunde. Getroffen das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Zeit, 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode fehlt. Sie bekommt Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes und klagt 4 Tage hindurch über Ohrensausen, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Nasenverstopfung, kalt auf dem Rücken, Schwere in den Beinen, hat Coryza. Heilt in 8 Tagen.

6. Urns Leonarda, 26 Jahre alt, kräftig. Ist der Sonne 1/2 Stunde lang ausgesetzt. Getroffener Teil das Gesicht Zeit 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Inkubationsperiode fehlt. Kopfschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Brennen in den Augen; ist erkältet. Heilt nach 6 Tagen.

7. Pala Martina, 28 Jahre alt, kräftig. Der Sonne ausgesetzt 1/2 Stunde. Zeit 5—7 Uhr abends. Getroffener Teil das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19.0°. Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Inkubationsperiode fehlt. Klagt über Kopfschmerz und Eingenommenheit des Kopfes, Schmerzen im Halse, trockene Lippen, Brennen in den Augen, Schwere in den Beinen; ist erkältet. Heilt nach 5 Tagen

8. Giordo Giovannina, 19jährig, kräftig, ausgesetzt 1/2 Stunde, 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Inkubationsperiode fehlt, klagt über Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Nasenverstopfung, Brennen in den Augen, hat leichte Erkältung. Heilt nach 2 Tagen.

9. Rovera Angelina, 18jährig, kräftig. Der Sonne ausgesetzt 1/2 Stunde, 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Klagt über Schmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, des Halses, Trockenheit der Nase, Schwere in den Beinen, hat Coryza. Heilt nach 9 Tagen.

10. Fois Antonina, 36 Jahre alt, schwächlich, 1/2 Stunde lang ausgesetzt. Getroffener Teil das Gesicht. 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. Inkubationsperiode fehlt. Klagt über Kopfschmerzen und Hitze im Kopfe, Halsschmerzen, Trockenheit der Nase, Nierenschmerzen. Leidet an leichter Coryza. Heilt in 7 Tagen.

11. Polo Marietta, 19jährig, schwächlich, 1/2 Stunde lang ausgesetzt. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 59, Wind NW 2. 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode 1/2 Stunde. Getroffen Gesicht, hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen. Leidet an Coryza. Heilt nach 6 Tagen.

12. Scano Lorenzo, 26jährig, schwächlich, ausgesetzt 1/2 Stunde lang. Getroffen das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,0°, Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Inkubationsperiode 3 Stunden. Hat Kopf-

schmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit in der Nase. Heilt nach 2 Tagen.

13. Pintus Grazietta, 14jährig, kräftig, ausgesetzt ½ Stunde lang. Temperatur 22° in der Sonne, 19,9° im Schatten, Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode fehlt. Hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Brennen in den Augen; hat Erkältung. Heilt nach 7 Tagen.

14. Scanu Giuseppa, 52 Jahre alt, schwächlich, ausgesetzt ½ Stunde. Getroffener Teil das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°. Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Zeit zwischen 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode ½ Stunde. Bekommt leichte Coryza mit Fieber. Heilt nach 3 Tagen.

15. Solinas Elisabetta, 22jährig, kräftig. Der Sonne ausgesetzt ½ Stunde. Getroffen das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Zeit 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode fehlt. Hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Nasenverstopfung, Schmerzen in den Schultern. Bekommt Schnupfen. Heilt nach 2 Tagen.

16. Solinas Francesca, 22jährig, kräftig, ½ Stunde lang ausgesetzt. Getroffener Teil das Gesicht. Temperatur 22° in der Sonne, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Zeit 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode 2 Stunden. Klagt über Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Schmerzen in den Beinen. Bekommt Coryza. Heilt nach 5 Tagen.

17. Polo Antonietta, 42 Jahre alt, schwächlich, ausgesetzt ½ Stunde lang. Getroffener Teil, das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW. 4. Inkubationsperiode 2 Stunden. Empfindet Halsschmerzen, Schmerzen in den Beinen. Leidet an Schnupfen. Heilt nach 6 Tagen.

18. Carboni M. Grazia, 22 Jahre alt, kräftig, der Sonne ausgesetzt ½ Stunde. Getroffener Teil das Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°. Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Zeit 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode fehlt. Hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Schmerzen im Halse, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Schmerzen in den Schultern. Ist erkältet. Heilt nach 7 Tagen.

19. Masala Angelina, 18 Jahre alt, kräftig, ausgesetzt ½ Stunde. Getroffener Teil das Gesicht, 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Inkubationsperiode 1 Stunde. Hat Halsschmerzen. Erkältung. Heilt nach 3 Tagen.

20. Pola Camilla, 38 Jahre alt, kräftig, ausgesetzt ½ Stunde lang. Getroffen ins Gesicht. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW 4. Zeit 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode fehlt. Hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Schmerzen in den Schultern. Erkältung. Heilt nach 4 Tagen.

21. Zaboni Camilla, 22 Jahre alt, kräftig, der Sonne ausgesetzt 1/2 Stunde lang. Getroffener Teil das Gesicht. Temperatur 22° in der Sonne, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW. 4, Zeit 5—7 Uhr abends. Inkubationsperiode 1 1/2 Stunde. Klagt über Kopfschmerz und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Trockenheit der Lippen, Brennen in den Augen, Schmerzen in den Schultern und an den Nieren. Ist erkältet. Heilt nach 9 Tagen.

22. Murredda Dorotea, 19 jährig, kräftig, 1/2 Stunde lang ausgesetzt. Getroffen das Gesicht. Zeit 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW. 4. Empfand keine Störung.

23. Delogu Peppina, 19 jährig, schwächlich, 1/2 Stunde lang ausgesetzt. Getroffen das Gesicht. Zeit 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW. 4. Inkubationsperiode 2 Stunden. Hat starke Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung. Ist erkältet. Heilt nach 2 Tagen.

24. Marcellino Giovannina, 19 jährig, schwächlich, 1/2 Stunde lang ausgesetzt. Getroffen, das Gesicht. Zeit 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,9°, Feuchtigkeit 55, Wind SW. 4. Hat nur eine leichte Erkältung. Heilt nach 2 Tagen.

25. Pilo Rosina, 23 jährig, kräftiger Körperbau. Getroffener Teil das Gesicht. Temperatur 22° in der Sonne, im Schatten 19,9°, relative Feuchtigkeit ist 55, Wind SW 4. Zeit zwischen 5—7 Uhr. Däuer der Aussetzung 1/2 Stunde. Inkubationsperiode fehlt. Klagt über Kephaläa, aufgeregten Schlaf, Hitzeempfindung im Gesicht, Verstopfung der Nase, leichte Pharyngitis, Schnupfen ohne Fieber. Heilt nach 3 Tagen.

26. Scano Lorenzo, 26 Jahre alt, schwächlich, ausgesetzt 1/2 Stunde lang. Getroffener Teil der Kopf. Temperatur 22° in der Sonne, 19,8° im Schatten, Feuchtigkeit 49, Wind N. 3. Zeit 5—7 Uhr abends. Hat Schmerzen und Eingenommenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Brennen in den Augen. Ist erkältet. Heilt in 10 Tagen.

27. Pilo Rosina, 28 Jahre alt, kräftig, ausgesetzt 1/2 Stunde lang. Getroffener Teil der ganze Kopf. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 19,8°, Feuchtigkeit 49, Wind N. 3. Inkubationsperiode fehlt. Hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Schmerzen in den Beinen. Ist erkältet mit Fieber. Heilt in 10 Tagen.

28. Pilo Rosa, 13 jährig, ausgesetzt 20 Minuten. Getroffen der ganze Kopf. Zeit 5—7 Uhr abends. Temperatur in der Sonne 22°, im Schatten 14, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 2. Inkubationsperiode fehlt. Hat Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung. Ist erkältet. Heilt nach 2 Tagen.

29. Castelli Leonarda, 19 jährig, kräftig, ist 2 Stunden lang mit der rechten Seite der Sonne ausgesetzt. Temperatur im Schatten 14°, relative Feuchtigkeit 59, Wind NW. 8. Tageszeit 5—7 Uhr abends. Die Gefahr. Inkubations-

Sie empfindet keine Störung und bleibt gesund. Temperatur im Schatten 15°, Feuchtigkeit 59, Wind S. 16.

62. Marogna Maria, 16 Jahre alt, kräftig gebaut, arbeitet 40 Minuten lang. Getroffen wird das Gesicht, Zeit 5–6 Stunden abends. Temperatur im Schatten 19°, Feuchtigkeit 63, Wind NW. 16. Inkubation fehlt. Sie klagt nur über leichte Kopfschmerzen und über ein leichtes Brennen in den Augen, und heilt nach 2 Tagen. In diesem Falle kann nicht festgestellt werden, ob das Mädchen während der ganzen Dauer des Versuches vollständig geschützt war.

63. Dettori Peppina, 14 Jahre alt, kräftig gebaut, arbeitet 1/2 Stunde lang. Getroffen wird das Gesicht. Temperatur im Schatten 19°, Feuchtigkeit 63, Wind NW. 16. Sie empfindet keine Störung.

Aus der Tabelle IV (S. 352—357) erhält man somit die Resultate angeführt, aus denen folgendes hervorgeht:

Hitze in der Nase mit Trockenheit und Verstopfung, Trockenheit und Aufspringen der Lippen, Brennen in den Augen, Schmerzen in den Schultern und den Beinen mit Mattigkeit. Sie ist erkältet ohne Fieber und heilt nach 7 Tagen.

49. Sanna Teresa, 20 Jahre alt, kräftig, arbeitet $^1/_2$ Stunde lang. Getroffener Teil die rechte Seite. Temperatur im Schatten 19°, Feuchtigkeit 63, Wind NW 16. Zeit 5–6 Uhr abends. Inkubationsperiode $^1/_2$ Stunde. Sie leidet an starken Kopfschmerzen mit Schlaflosigkeit, Halsschmerzen, Brennen in den Augen, nichts an der Nase, Mattigkeit in den Beinen, Erkältung ohne Fieber und heilt nach 2 Tagen.

50. Spano Maria, 30 Jahre alt, kräftiger Konstitution, Schneiderin. Sie ist $^1/_2$ Stunde lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur in der Sonne ist 26°, im Schatten 14°, Feuchtigkeit 59; Wind NW 8. Die Inkubationsperiode dauert ungefähr 2 Stunden. Die Kranke klagt über Kopfschmerzen, peinliche Schlaflosigkeit, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Verstopfung, Brennen in den Augen, Aufspringen und Trockenheit der Lippen, aber sie klagt nicht über Halsschmerzen, wohl aber über geringe Schmerzen in den Schultern und Mattigkeit in den Beinen. Sie wird von einer Erkältung ohne Fieber befallen und heilt nach 4 Tagen.

51. Masala Giovannina, 16 Jahre alt, schwächlich gebaut. Sie ist der Sonne $^1/_2$ Stunde lang ausgesetzt. Temperatur im Schatten 19°, in der Sonne 25°, Feuchtigkeit 63, Wind NW. 8. Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Kopfschmerzen, sehr bewegten Schlaf mit Schlaflosigkeit abwechselnd, Halsschmerzen, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Verstopfung, Brennen in den Augen, Mattigkeit in den Beinen. Sie ist von einer Erkältung ohne Fieber befallen und heilt in 6 Tagen.

52. Rogniti Rosina, 16 Jahre alt, schwächlicher Konstitution, arbeitet $^1/_2$ Stunde lang in der Sonne. Getroffen wird die rechte Seite. Temperatur im Schatten 15,5°, Feuchtigkeit 59, Wind S. 16, Inkubation $^1/_2$ Stunde. Sie klagt über Hitze, schweren Kopf, Kopfschmerzen. Sie klagt weder über den Hals, noch über die Nase, die Lippen, die Augen, die Schultern, die Lenden, die Beine. Sie hat eine Erkältung mit leichtem Fieber und heilt in 2 Tagen ohne Kur. Sie ist trachomatös, und infolge dieser kurzen Aussetzung in der Sonne hat sich eine erhebliche Verschlimmerung der Krankheit gezeigt.

53. Dau Luigina, 17 Jahre alt, schwächlich gebaut, arbeitet $^1/_2$ Stunde lang. Getroffen die rechte Seite. Temperatur im Schatten 19°, Feuchtigkeit 63, Wind 96 NW. 16. Inkubation fehlt. Sie empfindet nur leichte Kopfschmerzen und Schlaflosigkeit, welche die ganze Nacht dauert.

54. Muredda Dorotea, 19 Jahre alt, kräftig gebaut und eine $^1/_2$ Stunde lang ins volle Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 26°, im Schatten 14°, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 8. Die Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit mit Halluzination, ohne Halsschmerzen, ohne Trockenheit der Nasenschleimhaut, ohne Verstopfung, ohne Brennen in den Augen. Sie klagt weder über Schmerzen, noch über Mattigkeit der Glieder.

36. Masala Speranza, 19 Jahre alt, schwächlicher Konstitution. Sie arbeitet $^1/_2$ Stunde lang in der Sonne stehend. Getroffener Teil das Gesicht und die Schultern. Temperatur im Schatten 12°, Feuchtigkeit 70, Wind W. 8. Inkubationsperiode fehlt. Kopfschmerzen, Eingenommenheit des Kopfes, ohne Hitze, keine Halsschmerzen, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, ohne Hitze, Trockenheit und Aufspringen der Lippen. Kein Brennen in den Augen. Mattigkeit in den Beinen. Erkältung ohne Fieber. Heilt in 2—3 Tagen. Keine Behandlung.

37. Rovera Angelina, 19 jährig, kräftig gebaut, ist $^1/_2$ Stunde lang der Sonne ausgesetzt. Getroffener Teil Schultern und Genick. Temperatur im Schatten 12°, Feuchtigkeit 70, Wind W. 8 Arbeitete in der Sonne stehend, Periode der Inkubation fehlt. Klagt über Hitze in der Nase und im Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, ebenfalls über Trockenheit der Lippen, Kopfschmerzen mit Hitzegefühl, Halsschmerz, Mattigkeit in den Schultern und in den Beinen. Erkältung mit Fieber. Heilt in 11 Tagen.

38. Pintus Giuseppina, 57 Jahre alt, schwächlicher Konstitution, arbeitet $^1/_2$ Stunde lang in der Sonne stehend. Getroffener Teil die rechte Seite. Temperatur 12° im Schatten, Feuchtigkeit 70, Wind 8, Zeit 9.30 Min. Inkubation fehlt. Hat Kopfschmerzen mit Hitze und Eingenommenheit des Kopfes. Vollständige Schlaflosigkeit mit leichtem Subdelirium. Sie klagt über Halsschmerzen, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, an den Lippen hat sie nichts, aber starkes Brennen in den Augen, keinen Schmerz in den Schultern, oder in den Nieren, wohl aber Mattigkeit in den Beinen. Ist erkältet mit Fieber. Die Krankheit dauert 5 Tage. Keine Kur.

39. Fiocca Giovannina, 17 jährig, kräftig, arbeitet $^1/_2$ Stunde lang. Getroffener Teil die rechte Seite. Temperatur in der Sonne 23°, im Schatten 14°, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 8, Tageszeit von 5—6 Uhr abends. Inkubation fehlt. Keine Kopfbeschwerden. Klagt über Halsschmerzen und Husten, Hitze und Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Nasenblutung und Brennen in den Augen. Mattigkeit in den Beinen ohne Schmerzen, in den Nieren und den Schultern. Erkältung mit Fieber; heilt nach 4 Tagen.

40. Pilo Rosa, 23 Jahre alt, kräftig, arbeitet $^1/_2$ Stunde lang. Getroffener Teil das Gesicht, sie stand $^3/_4$ Stunden lang am Fenster, Tageszeit $2^1/_2$ nachmittags. Temperatur 14° im Schatten, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 8. Inkubation 1 Stunde. Hat Kopfschmerzen mit Hitze und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Trockenheit der Nasenschleimhaut ohne Hitze, Brennen in den Augen, Mattigkeit in den Füfsen. Erkältung mit Fieber Heilt nach 8 Tagen.

41. Annita Delogu, 20 Jahre alt, kräftige Konstitution. Wurde $^1/_2$ Stunde lang ins volle Gesicht getroffen. Temperatur im Schatten 14°, Feuchtigkeit 59, Wind NW. 8. Eine Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Kopfschmerzen und Trockenheit der Nasenschleimhaut und der Lippen, Verstopfung und Brennen in den Augen, Schmerzen in den Schultern. Sie ist erkältet mit Fieber und heilt nach 2 Tagen.

42. Ugliega Maria, 13 jährig, schwächlicher Konstitution, wird von der Sonne $^1/_2$ Stunde lang in das Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 26°,

Tabelle IV.

im Monat April.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rovern Angelina	Fois Antonina	Pilo Marietta	Scano Lorenzo	Pintus Grazietta	Scano Giuseppa	Solinas Elisabetta	Solinas Francesca	Pilo Antonietta	Carboni M. Grazia	Masala Angelina	Pabba Camilla
22.	22.	22.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.
18	36	19	26	14	52	18	22	42	22	18	38
+	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+	+
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°
19°	19°	19°	19,9°	19,9°	19,9°	19,9°	19,9°	19,9°	19,9°	19,9°	19,9°
59	59	59	55	55	55	55	55	55	55	55	55
NW. 2	NW. 2	NW. 2	SW. 4	SW. 4	SW. 4	SW. 4	SW. 4	SW. 4	SW. 4	SW. 4	SW. 4
5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7
2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	2 St	2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	2 St.
30′	0	45′	3 St.	0	30′	0	2 St.	2 St.	0	1 St.	0
+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	0	+
0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	+
0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+
0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0	+
+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	0	+
0	0	0	0	+	0	+	+	0	+	0	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	+
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0
+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
7	9	6	2	7	3	2	5	6	7	3	4

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat April.

Die Endergebnisse sind demnach folgende:

I. Von den den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzten Personen erkrankten im April 92%.

II. Eine Inkubationsperiode fehlte bei 62%; sie dauerte 2 Stunden bei 14%; bei 12% 30 Min.; bei 7% 1 Stunde und dauerte $1\frac{1}{2}$ Stunden oder 3 blofs bei 1,5%.

III. In Hinsicht auf das relative Erscheinen verschiedener Symptome[1]) haben wir der Frequenz nach folgendes feststellen können: Coryza erschien nach einiger Zeit bei 94%; Kephaläa sofort, ohne Inkubationsperiode bei 86%; Trockenheit der Nasenschleimhaut sofort bei 73%; Pharyngitis bei 72%; Nasenverstopfung sofort bei 70%; Hitze und Spannungsgefühl im Gesicht sofort bei 55%; Irritation der Konjunktiva sofort bei 48%; Schwäche und Mattigkeit in den Beinen bei 45%; unruhiger Schlaf bei 27%; Fieber bei 27%; Schulterschmerzen bei 22%; Trockenheit der Lippen bei 15%; mit Schmerzen in den Lenden bei 12%.

IV. Betreffs der Genesung trat sie ein nach 2 Tagen bei 24%; nach 3 Tagen bei 17%; nach 1 Tag bei 15%; nach 4 Tagen bei 10%; nach 5 und nach 6 Tagen bei 8%; nach 7 Tagen bei 7%; nach 10 Tagen bei 5%; nach 9 bei 3%; nach 11—22 Tagen noch 1,5%.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Mai.

In diesen Versuchen wurden 28 Personen verwendet mit folgenden Resultaten:

1. Scano Lorenzo, 26 Jahre alt, schwächlich, arbeitet $\frac{1}{2}$ Stunde lang. Getroffener Teil der ganze Kopf, 10 Tage. Inkubation 1 Stunde, Kopfschmerzen und Eingenommenheit des Kopfes, Halsschmerzen, Hitze und

1) Siehe Bemerkung auf S. 328.

Fortsetzung zu Tabelle IV.

im Monat April.

51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Masala Giovannina	Rogniti Rosina	Dau Luigina	Muredda Dorotea	Serra Luigia	Sanna Teresa	Pilo Antonietta	Usai Antonietta	Dau Annita	Masala Rosa	Caso Giovannina	Marogna Maria	Dettori Peppina
30.	30.	30.	30.	30.	30.	30	30.	30.	30.	30.	30.	30.
16	16	17	19	18	36	46	13	19	24	15	16	14
—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+
l. S.	l. S.	r. S.	V	V	r. S.	V	V	r. S.	r. S.	V	V	V
26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°
13°	15,5°	19°	14°	15,5°	18°	14°	15,5°	19°	14°	15,5°	19°	19°
63	59	63	59	59	63	59	59	63	59	59	63	63
NW. 8	S. 16	NW.16	NW.8	S. 16	NW.16	NW.8	S. 16	NW 16	NW.8	S. 16	NW.16	NW.16
5—6	9.30	5—6	5—6	9.30	5—6	5—6	9.30	5—6	5—6	9.30	5—6	5—6
1 St.	40′	1 St.	1 St.	40′	1 St.	1 St.	40′	2 St.	1 St.	40′	1 St.	40′
0	30′	0	0	60′	0	30′	0	0	0	0	0	0
+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	0
+	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
+	0	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0
0	0	0	+	0	+	0	+	0	+	0	0	0
+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
+	0	0	+	+	+	+	+	+	—	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
+ Husten	0	0	0	+	+ Husten	+	0	0	0	0	+	0
0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0
+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0
+	+	0	+	0	+	0	0	+	0	0	0	0
6	2	1	6	3	3	22	4	4	3	—	2	—

Fortsetzung zu Tabelle IV.

im Monat April.

29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Castelli Leonarda	Simula Giuseppa	Giordo Luigina	Sara Giovanna	Fiori Speranza	Cabrai Vergina	Marungiu Giovanna	Masala Speranza	Rovera Angelina	Pintus Giuseppina	Fiori Giovannina	Pilo Rosa	Delogu Annita
30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.
19	50	14	18	17	15	15	19	19	57	17	23	20
+	—	—	+	+	+	—	—	+	—	+	+	+
l. S.	l. S.	l. S.	V	V	V	V	N	N	r. S.	r. S.	V	V
22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°
14°	14°	14°	14°	14°	14°	14°	12°	12°	12°	14°	14°	14°
59	59	59	59	59	59	59	70	70	70	59	59	59
NW. 8	NW. 8	NW. 8	NW. 8	NW. 8	NW. 8	NW. 8	W. 8	W. 8	W. 8	NW. 8	NW. 8	NW. 8
5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	9.30	9.30	9.30	5—6	2.30	2.30
2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	2 St.	40'	40'	40'	1 St.	1 St.	30'	30'
30'	0	30'	2 St.	2 St.	0	1 St.	0	0	0	0	1 St.	0
+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	0	+	+
0	+	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
+	+	0	0	+	0	0	0	0	+	+	0	+
+	+	+	0	0	0	+	0	+	0	+	+	+
+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+
0	+	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+
+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+ Husten	+	0
0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
0	+	—	+	0	0	0	+	+	+	+	+	0
+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+
0	+	0	0	+	0	0	0	0	+	+	0	+
4	10	3	2	2	—	2	2	11	5	4	10	2

ohne Fieber. Während des Versuches schwitzt sie stark. Sie heilt nach 2 Tagen ohne Kur.

9. Carboni Maria Grazia, 18 Jahre alt, von kräftiger Konstitution, ist 40 Min. lang der Sonne ausgesetzt. Temperatur in der Sonne 25°, im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit zwischen 5—6 Uhr nachmittags. Sie klagt nur über Kopfschmerzen und Schwere des Kopfes, sie heilt im Laufe des Tages.

10. Caso Rosina, Stuhlflechterin, 15 Jahre alt, kräftig gebaut, ist der Sonne 40 Min. lang ausgesetzt. Temperatur in der Sonne 25°, im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit zwischen 5—6 Uhr nachmittags. Sie klagt über keine Störung.

11. Demurtas Giovannina, 15 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 40 Min. lang in das Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 25°, im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit zwischen 5—6 Uhr nachmittags. Eine Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes und über Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Trockenheit der Lippen und der Nase. Sie ist erkältet ohne Fieber und heilt nach 2 Tagen ohne Kur.

12. Dessì Sebastiana, 15 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne 40 Minuten lang auf die linke Kopfseite getroffen. Temperatur in der Sonne 25°, im Schatten 15.9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit zwischen 5—6 Uhr nachmittags. Eine Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerz, Schlaflosigkeit, Brennen in den Augen, Halsschmerzen, Trockenheit der Lippen und der Nase. Sie wird von Schmerzen in den Schultern und in den Beinen befallen, ebensowie von einer Erkältung mit leichtem Fieber und Frösteln und heilt in 5 Tagen ohne Kur.

13. Paradiso Marietta, Näherin, 19 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 40 Min. lang auf die linke Seite des Kopfes getroffen. Temperatur in der Sonne 45°, im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit 5—6 Uhr nachm. Die Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Kopfeingenommenheit und Kopfschmerz, Brennen in den Augen, Trockenheit der Nase und Halsschmerzen. Sie ist erkältet ohne Fieber und heilt in 4 Tagen ohne Kur.

14. Spano Anna Maria, 36 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne auf die linke Seite des Kopfes 40 Min. lang getroffen. Temperatur in der Sonne 25°, im Schatten 15,5°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit 5—6 Uhr nachmittags. Inkubationsperiode fehlt. Sie schwitzt während des Versuches und klagt über Schwere des Kopfes, Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Trockenheit der Nase mit Verstopfung, Sprödigkeit der Lippen, Schmerzen in den Schultern, Schwäche in den Beinen und Schlaflosigkeit. Sie bekommt einen Schnupfen mit Frösteln, die Pulsschläge steigen auf 100 in der Minute. Sie heilt nach 5 Tagen.

15. Defenu Vittoria, 14 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne 40 Min. lang auf die linke Seite des Kopfes getroffen. Die Temperatur in der Sonne ist 25,5°, im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit zwischen 5—6 Uhr nachmittags. Sie empfindet keine Störung.

im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit zwischen 10 bis 10,35 Uhr. Sie empfindet keine Störung.

24. Secchi Giuseppina, 20 Jahre alt, kräftig gebaut, wird 50 Min. lang von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 19°, Feuchtigkeit 36, Wind NW. 4, Tageszeit 4.10—5 Uhr nachmittags. Die Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über leichte Eingenommenheit des Kopfes und Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Halsschmerzen und Husten, Mattigkeit in den Beinen und wird von einer Erkältung mit leichtem Fieber ohne Frösteln befallen. Sie heilt in 2 Tagen und nimmt Dower-Pastillen.

25. Rocca Giovanna, 20 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 10 Min. lang auf die rechte Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 19°, Feuchtigkeit 36, Wind NW. 4, Tageszeit 4.10—5 Uhr nachmittags. Die Inkubationsperiode fehlt. Sie gibt nur Trockenheit der Nase und der Lippen an mit Verstopfung und heilt nach 4 Tagen ohne Kur.

26. Paradiso Gesuina, Näherin, 16 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne 40 Min. lang ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 25°, im Schatten 15,9°, Feuchtigkeit 24, Wind N. 18, Tageszeit 5—6 Uhr nachmittags. Sie schwitzt stark während des Versuches. Die Inkubationsperiode dauert 3 Tage. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopf-, Hals- und Lendenschmerzen, Mattigkeit in den Beinen. Sie wird von einem Schnupfen mit Fieber ohne Frösteln befallen und heilt in 6 Tagen ohne Kur.

27. Idini Caterina, 28 Jahre alt, kräftig gebaut, wird zwischen $9^1/_2$—10 Uhr, 30 Minuten lang von der Sonne im Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 18°, Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12. Die Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Brennen in den Augen, Trockenheit der Lippen, Schmerzen im Halse, in den Schultern, in den Lenden und in den Beinen, sowie über eine allgemeine Mattigkeit. Sie wird von einer Erkältung mit Fieber befallen und ist 10 Tage lang leidend. Maximum des Pulsschlages 100.

28. Lumbau Catarina, 24 Jahre alt, kräftig, wird 30 Minuten lang von $9^1/_2$—10 Uhr vormittags von der Sonne ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 18°, Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12. Sie schwitzt, empfindet aber keine Störung.

29. Antonio Firino, kräftig gebaut, 27 Jahre alt, arbeitet in der Nähe einer getünchten und von der Sonne beschienenen Mauer zwischen 2—$3^1/_2$ Uhr ins Genick getroffen. Er trägt eine Mütze auf dem Kopfe. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 18°, Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12. Die Inkubationsperiode dauert eine Stunde. Er fühlt, gleich nach dem Essen, Eingenommenheit des Kopfes und Kopfschmerzen, besonders in der Stirne, Brennen in den Augen, Trockenheit der Nase und Verstopfung. Er hat trockene Lippen, trockenen Hals und Durst, ferner klagt er über Schmerzen in den Schultern, Mattigkeit in den Beinen und in den Armen, er ist ohne Appetit. Die Nacht bringt er in großer Aufregung zu, wird von einem Schnupfen ohne Fieber befallen. Die Pulsschläge sind 102. Er ist ohne Frösteln und heilt in 3 Tagen.

37. Pilo Vincenzina, 25 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 30 Minuten lang ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 30°, im Schatten 11°, Feuchtigkeit 70, Wind NE. 10, Tageszeit 9—10 Uhr vormittags. Sie empfindet keine Beschwerden.

38. Dessole Pietrina, 22 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von einem mit Alaunlösung angefüllten Schirme beschützt, 70 Minuten lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 20°, im Schatten 11°, Feuchtigkeit 70, Wind NE. 10, Tageszeit 9—10 Uhr vormittags. Sie empfindet nur etwas Schlaflosigkeit.

39. Sanna Paolina, 36 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 90 Minuten lang ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 30°, im Schatten 11°, Feuchtigkeit 42, Wind NE. 10, Tageszeit zwischen 9–10 Uhr vormittags. Eine Inkubationsperiode fehlt. Während der Versuche schwitzt sie und klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Hals und Schulterschmerzen, Mattigkeit in den Beinen. Sie wird von einem Schnupfen, mit Frösteln und leichtem Fieber befallen und heilt nach 3 Tagen.

40. Contini Caterina, 24 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne 50 Minuten lang auf die linke Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 19°, Feuchtigkeit 36, Wind NW. 4, Tageszeit von 4,10—5 Uhr nachmittags. Die Inkubationsperiode fehlt. Sie empfindet nur eine leichte Trockenheit der Nase.

41. Scano Giovanna, 24 Jahre alt, kräftig gebaut, wird 50 Minuten lang von der Sonne auf die rechte Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 19°, Feuchtigkeit 36, Wind NW. 4, Tageszeit 4,10—5 Uhr nachmittags. Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Trockenheit der Nasenschleimhaut mit Verstopfung, Sprödigkeit der Lippen, Schmerzen in den Lenden, den Schultern, Mattigkeit in den Beinen. Erkältung ohne Fieber. Zahl der Pulsschläge 82. Sie heilt nach 8 Tagen ohne Kur.

42. Soro Antonietta, 23 Jahre alt, schwächlich gebaut, sie ist geschützt und wird von der Sonne 50 Minuten lang auf die linke Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 19°, Feuchtigkeit 36, Wind NW. 4, Tageszeit 4.10—5 Uhr nachmittags. Sie empfindet keine Störung.

43. Sanna Anna Maria, 28 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird 50 Minuten lang auf die rechte Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 19°, Feuchtigkeit 36, Wind NW. 4, Tageszeit 4.10—5 Uhr nachmittags. Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt nur über eine schwache Trockenheit der Nase, des Halses mit Verstopfung.

44. Pilo Rosina, 23 Jahre alt, kräftig gebaut, wird 60 Minuten lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 33°, im Schatten 21,5, Feuchtigkeit 30, Wind NW. 4, Tageszeit $9^1/_2$–10 Uhr vormittags. Sie gibt keine Störung an.

(Fortsetzung des Textes auf S. 372.)

Tabelle V.

Wirkung der Sonnenstrahlen

Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	1 Scano Lorenzo	2 Pintus Grazietta	3 Defenu Gesuina	4 Nuvoli Marianna	5 Fois Maria Antonia	6 Doro Angelina
A. Versuchsbedingungen.						
Datum des Versuches	18.	18.	24.	24.	24.	24.
Alter	26	15	18	19	19	16
Körperbau	—	+	—	+	+	+
Getroffene Teile des Kopfes	N.	N.	r. S.	r. S.	r. S.	V.
Temperatur in der Sonne	—	—	25°	25°	25°	25°
Temperatur im Schatten	15,5°	15,5°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°
Feuchtigkeit	59	59	24	24	24	24
Wind	NW.16	NW.16	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18
Tageszeit	9,30	9,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Dauer des Versuches	30'	30'	40'	40'	40'	40'
B. Symptomkomplex.						
Schweifssekretion	0	0	+	+	0	+
Dauer der Inkubationszeit	1 St	0	0	0	0	0
Kephaläa	+	+	+	+	0	+
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	+	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	+	+	+	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	+	+	+	+	0	0
Trockenheit der Nasenschleimhaut	+	+	+	+	0	0
Nasenverstopfung	+	+	0	+	0	+
Epistaxis	0	0	0	+	0	+
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	+	0	0
Pharyngitis	+	+	0	+	0	0
Schmerzen in den Schultern	+	0	0	+	0	0
Schmerzen in den Lenden	+	0	0	+	0	0
Mattigkeit in den Beinen	+	+	0	+	0	0
Coryza	+	+	0	+	0	0
Frösteln	0	0	0	+	—	0
Fieber	0	0	0	0	—	0
Pulsschläge	—	—	—	98	—	—
Heilung nach Tagen	10	3	2	3	—	3

Tabelle V.

im Monat Mai.

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Mazzoni Luigia	Serra Antonina	Carboni Grazia	Caso Rosina	Demurtas Giovannina	Dessi Sebastiana	Paradiso Marietta	Spano Anna Maria	Defenu Vittoria	Sanna Vittoria	Denurchis Teresa	Dau Marietta
24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.
19	25	18	15	15	15	19	36	14	20	38	20
+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	—
V.	V.	V	V.	V.	l. S	l. S.	l. S.	l. S.	V.	V.	V.
25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°
15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,5°	15,9°	15,9°
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18
3,40	3,30	3,30	3,40	3,30	3,30	3,30	3,30	4,30	4,30	4,30	4,30
40′	40′	40′	40′	40′	40′	40′	40′	30′	30′	30′	30′
0	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 St.	0	0
0	+	+	0	+	+	+	+	0	0	+	+
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	+	0
0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	+	+
0	+	0	0	+	+	+	+	0	0	+	+
0	+	0	0	0	0	0	+	0	+	+	0
0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	+	+	0	+	0	0	0	+
0	0	0	0	0	+	+	0	0	+	+	+
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
0	+	0	0	+	+	+	+	0	0	+	+
0	+	0	0	+	+	0	+	0	+	0	0
0	+	0	0	+	+	+	+	0	0	+	+
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0
—	—	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—
0	2	1	—	2	5	7	5	—	7	8	2

Fortsetzung zu Tabelle V.

Wirkungen der Sonnenstrahlen

	19	20	21	22	23	24
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Marras Luigina	Delogu Maria	Scano Lorenzo	Demonti Caterina	Carta Antonietta	Secchi Peppina
A. Versuchsbedingungen.						
Datum des Versuches	24.	24.	24.	24.	24.	25.
Alter	19	28	26	17	18	26
Körperbau	+	—	—	+	+	+
Getroffene Teile des Kopfes	V.	r. S.	N.	V.	V.	r. S.
Temperatur in der Sonne	25°	25°	25°	25°	25°	36°
Temperatur im Schatten	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	19°
Feuchtigkeit	24	24	24	24	24	36
Wind	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	NW. 4
Tageszeit	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,10
Dauer des Versuches	30′	30′	30′	60′	60′	50′
B. Symptomkomplex.						
Schweifssekretion	0	0	0	0	0	0
Dauer der Inkubationszeit	0	0	0	0	0	0
Kephaläa	+	+	+	0	0	+
Aufgeregter Schlaf	+	0	+	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	0	+	0	0	+
Hitzegefühl im Gesicht	0	0	+	0	0	+
Trockenheit der Nasenschleimhaut	+	+	+	0	0	+
Nasenverstopfung	+	+	+	0	0	+
Epistaxis	+	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	+
Pharyngitis	0	+	+	0	0	+
Schmerzen in den Schultern	0	0	+	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	+	+	+	0	0	+
Mattigkeit in den Beinen	0	0	0	0	0	+
Coryza	+	+	+	0	0	+
Frösteln	0	0	+	0	0	0
Fieber	0	0	+	0	0	+
Pulsschläge	—	—	—	—	—	—
Heilung nach Tagen	4	—	8	—	—	2

Fortsetzung zu Tabelle V.

im Monat Mai.

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Rocca Peppina	Paradiso Gesuina	Idini Caterina	Lumbau Caterina	Firino Antonio	Pintus Leonarda	Caso Eleonora	Unida Maria	Dessi Vincenza	Spano Marietta	Baldini Maria	Nuvoli Maddalena
25.	24.	27.	27.	27.	24.	14.	24.	24.	34.	24.	24.
20	16	28	24	27	14	14	35	13	32	34	24
+	—	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+
r. S.	V.	V.	V.	N.	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.
36°	25°	36°	36°	36°	22°	22°	25°	22°	23,5°	23,5°	30°
19°	15,9°	18°	18°	18°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	15,9°	11°
36	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	70
NW. 4	N. 18	SE. 12	SE. 12	SE. 12	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	N. 18	SE. 10
4,10	3,30	9,30	9,30	2,30	3,30	3,30	3,30	3,30	6	6	9,15′
50′	40′	30′	60′	1 St.	40′	40′	40′	40′	15′	15′	30′
0	+	0	+	0	0	0	+	0	+	+	0
0	34 Tage	0	0	1 St.	0	0	0	0	0	0	0
0	+	+	0	+	0	0	+	0	+	+	0
0	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	0
0	0	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0
0	0	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0
+	0	0	0	+	0	0	+	0	+	0	0
+	0	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	0	+	0	+	0	0	0	0	+	+	0
0	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	0
0	+	+	0	+	0	0	+	0	+	0	0
+	+	+	0	+	0	0	+	0	+	0	0
+	+	+	0	+	0	0	+	0	+	0	0
0	+	+	0	+	0	+	+	0	+	0	—
0	0	+	0	+	—	+	+	0	+	0	0
0	+	0	0	+	—	+	+	0	+	0	0
—	—	100	—	102	—	100	95	—	—	100	—
4	6	10	—	3	—	5	6	6	5	5	—

Fortsetzung zu Tabelle V.

Wirkung der Sonnenstrahlen

Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	37 Pilo Vincenza	38 Dessole Pietrina	39 Sanna Paolina	40 Contini Caterina	41 Scano Giovanna	42 Soro Antonietta	43 Sanna Anna Maria
A. Versuchsbedingungen.							
Datum des Versuches	24.	24.	24.	25.	25.	25.	25.
Alter	25	22	26	24	24	23	28
Körperbau	+	+	+	—	+	—	—
Getroffene Teile des Kopfes	V.	V.	V.	r. S.	r. S.	l. S.	r. S.
Temperatur in der Sonne	30°	30°	30°	36°	36°	26°	26°
Temperatur im Schatten	11°	11°	11°	19°	19°	19°	19°
Feuchtigkeit	70	70	70	36	36	36	36
Wind	NE 10	NE. 10	NE. 10	NW. 4	NW. 4	NW. 4	NW. 4
Tageszeit	9,15'	10,10'	10,10'	4,10'	4,10'	4,10'	4,10'
Dauer des Versuches	30'	30'	30'	50'	50'	50'	50'
B. Symptomkomplex.							
Schweifssekretion	0	0	0	0	0	0	0
Dauer der Inkubationszeit	0	Klagt nur über leichtes Unwohlsein	0	0	0	0	0
Kephaläa	0		+	0	+	0	0
Aufgeregter Schlaf	0		0	0	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	0		+	0	+	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	0		+	0	+	0	0
Trockenheit der Nasenschleimhaut	0		+	+	+	0	+
Nasenverstopfung	0		0	0	+	0	+
Epistaxis	0		0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0		+	0	+	0	0
Pharyngitis	0		+	0	0	0	+
Schmerzen in den Schultern	0		+	0	+	0	0
Schmerzen in den Lenden	0		0	0	+	0	0
Mattigkeit in den Beinen	0		+	0	+	0	0
Coryza	0		+	0	+	0	0
Frösteln	0		+	0	0	0	0
Fieber	0		+	0	0	0	0
Pulsschläge	0		—	—	82	—	—
Heilung nach Tagen	0		8	—	5	—	—

Fortsetzung zu Tabelle V.

im Monat Mai.

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Pilo Rosina	Demontis Eugenia	Dessole Luigia	Pilo Maria Grazia	Simula Faustina	Scano Giuseppina	Scano Assunta	Sanna Maria Grazia	Masala Luigina	Morogna Vittorina	Fiocca Speranza	Idini Vicenzina
26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	27.	27.	27.	27.
23	19	21	28	19	28	26	28	16	16	18	20
+	—	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+
V.	V.	V.	V.	V.	l. S.	l. S.	l. S.	V.	V.	V.	l. S.
21°	21°	21°	21°	28°	33°	33°	33°	33°	36°	36°	36°
21,5°	15°	15°	15°	21,5°	21,5°	21,5°	21,5°	18°	18°	18°	18°
30	31	31	31	30	30	30	30	42	42	42	42
NW.0	G. 0	G. 0	G. 0	NW 0	NW.0	NW. 0	NW. 0	SE. 12	SE. 12	SE. 12	SE. 12
4,10'	9,30'	9,30'	9,30'	2,30'	4,10	4,10'	4,10'	4,10'	9,30'	9,30'	9,30'
60'	60'	60'	60'	30'	70'	70'	30'	30'	30'	30'	30'
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3 St.	1 Tag	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	+	+	+	+	0	+	0
0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	+	0
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	+	0
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+	0
0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	+	+	+	0	+	+	0
0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	+	0
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	+	0
0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	0	+	0	+	+	0	0	0
—	—	—	—	—	84	85	74	—	—	84	
—	—	—	—	—	2	6	12	3	2	12	—

45. Demontis Eugenia, 19 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird 60 Minuten lang von der Sonne getroffen. Temperatur in der Sonne 33°, im Schatten 15°, Feuchtigkeit 31, Wind G. 0, Tageszeit $9^1/_2$—$10^1/_2$ Uhr vormittags. Sie klagt über keine Störung.

46. Dessole Luigi, 21 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird 60 Minuten lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 33°, im Schatten 15°, Feuchtigkeit 31, Wind G. 0, Tageszeit $9^1/_2$—$10^1/_2$ Uhr vormittags. Sie empfindet keine Störung.

47. Pilo Maria Grazia, 48 Jahre alt, kräftig gebaut, wird 60 Minuten lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 33°, im Schatten 15°, Feuchtigkeit 31, Wind G. 0, Tageszeit $9^1/_2$—$10^1/_2$ Uhr vormittags. Sie empfindet keine Störung.

48. Simula Faustina, 19 Jahre alt, kräftig gebaut, wird 60 Minuten lang von der Sonne ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 28°, im Schatten 21,5°, Feuchtigkeit 30, Wind NW. 0, Tageszeit 5—6 Uhr nachmittags. Sie klagt über keine Störung.

49. Scano Giuseppina, 28 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 70 Minuten lang auf die linke Seite getroffen. Die Temperatur beträgt in der Sonne 33°, im Schatten 21,5°, die Feuchtigkeit 30, Wind NW. 0, Tageszeit von 4.10—5.20 Uhr nachmittags. Die Wassertemperatur beträgt 36°. Die Inkubationsperiode dauert 3 Stunden. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Brennen in den Augen, Trockenheit der Lippen, Schmerzen in den Lenden, den Schultern und den Beinen. Sie wird von Corizza mit Fieber und mit Frösteln befallen, man zählt 84 Pulsschläge. Sie heilt in 7 Tagen ohne Kur.

50. Scano Assunta, 26 Jahre alt, schwächlich gebaut, wird von der Sonne 70 Minuten lang auf die linke Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 33°, im Schatten 21,5°, Feuchtigkeit 35, Wind NW. 0, Tageszeit von 4.10—5.20 Uhr. Wassertemperatur 36°. Die Inkubationsperiode dauert 1 Tag. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Trockenheit der Lippen und des Halses, Schmerzen in den Armen und in den Schultern. Sie heilt in 6 Tagen ohne Kur.

51. Sanna Maria Grazia, 28 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 70 Minuten lang auf die linke Seite getroffen. Die Temperatur in der Sonne beträgt 33°, im Schatten 21,5°, die Feuchtigkeit 30, Wind NW. 0, Tageszeit von 4.10—5.20 nachmittags. Eine Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, aufgeregten Schlaf, Trockenheit der Lippen, Halsschmerz, sowie Schmerzen in den Schultern, den Lenden, Mattigkeit in den Beinen. Sie wird von Corizza mit Fieber und Frösteln befallen. Nach 12 Tagen dauert noch immer ihr Unwohlsein fort und sie klagt beständig über akuten Kopfschmerz, welcher sofort zunimmt, sobald sie sich für wenige Minuten der Sonne aussetzt.

52. Masala Luigina, 16 Jahre alt, wird von der Sonne 70 Minuten lang ins Gesicht getroffen. Die Temperatur in der Sonne beträgt 33°, im Schatten 18,3°, die Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12, Tageszeit 4.10—5.20 nachmittags. Eine Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes,

Kopfschmerzen und wird von Corizza mit leichtem Fieber befallen. Sie heilt nach 3 Tagen.

53. Marogna Vittorina, 16 Jahre alt, schwächlich, wird von der Sonne 30 Minuten lang ins Gesicht getroffen. Zeit $7^1/_2$—10 Uhr. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 18°, Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12. Windiger Tag. Symptome: Trockenheit der Nase, Verstopfung, Sprödigkeit der Lippen. Sie heilt in 2 Tagen.

54. Fiocca Speranza, 18 Jahre alt, kräftig gebaut, wird von der Sonne 30 Minuten lang, von $9^1/_2$—10 Uhr ins Gesicht getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 18°, Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12. Inkubationsperiode fehlt. Sie klagt über Eingenommenheit des Kopfes und Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Brennen in den Augen, Trockenheit und Anschwellen der Nase, allgemeine Mattigkeit, Sprödigkeit der Lippen, Halsschmerzen mit Husten, und Schmerzen in den Schultern. Sie wird von Corizza befallen. Die Krankheit dauert 12 Tage. Die Kopfschmerzen nehmen zu, sobald Patientin sich der Sonne aussetzt. Ebenfalls tritt Erbrechung ein. Puls 84.

55. Idini Vincenzina, 20 Jahre alt, kräftig, wird von der Sonne 30 Minuten lang von $9^1/_2$—10 Uhr auf die linke Seite getroffen. Temperatur in der Sonne 36°, im Schatten 18°, Feuchtigkeit 42, Wind SE. 12. Sie empfindet keine Störung. Die Kopfschmerzen über welche sie klagt, waren schon vor dem Versuche vorhanden.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Mai.

Zahl der Versuchspersonen		55		
Es erkrankten		39	gleich	70 %
Es erkrankten nicht		16	»	41 »
Inkubationsperiode	fehlt in	33	»	84 »
	nach 1 Stunde	1	»	2 »
	» 2 »	1	»	2 »
	» 3 »	1	»	2 »
	» 1 Tag	1	»	2 »
	» 2 »	1	»	2 »
Mit Kephaläa		30	»	76 »
Ohne Kephaläa		5	»	12 »
Mit unruhigem Schlaf		11	»	28 »
Ohne unruhigen Schlaf		24	»	61 »
Mit Irritation der Bindehaut		20	»	49 »
Ohne Irritation der Bindehaut		15	»	38 »
Mit Hitze-Spannungsgefühl im Gesicht		22	»	51
Ohne Hitze-Spannungsgefühl im Gesicht		14	»	37 »
Mit Trockenheit der Nasenschleimhaut		25	»	64 »
Ohne Trockenheit der Nasenschleimhaut		10	»	27 »
Mit Nasenverstopfung		17	»	43 »
Ohne Nasenverstopfung		16	»	41 »
Mit Sprödigkeit der Lippen		16	»	41 »
Ohne Sprödigkeit der Lippen		20	»	49 »

Mit Epistaxis		5	gleich	12 %
Ohne Epistaxis		30	»	76 »
Mit leichter Pharyngitis		18	»	46 »
Ohne Pharyngitis		17	»	43 »
Mit Schmerzen in den Schultern		15	»	38 »
Ohne Schmerzen in den Schultern		20	»	49 »
Mit Schmerzen in den Lenden		10	»	25 »
Ohne Schmerzen in den Lenden		25	»	64 »
Mit Mattigkeit in den Beinen		20	»	49 »
Ohne Mattigkeit in den Beinen		15	»	38 »
Mit Coryza		23	»	57 »
Ohne Coryza		12	»	29 »
Mit Frösteln		11	»	28 »
Ohne Frösteln		24	»	61 »
Mit Fieber		11	»	28 »
Ohne Fieber		31	»	79 »
Heilung	nach 2 Tagen	6	»	15 »
	» 3 »	2	»	5 »
	» 4 »	3	»	8 »
	» 5 »	6	»	15 »
	» 6 »	3	»	8 »
	» 7 »	2	»	5 »
	» 8 »	4	»	10 »
	» 10 »	2	»	5 »
	» 12 »	2	»	5 »

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Mai.

Die erhaltenen Ergebnisse sind folgende:

I. Von den, den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzten Personen erkrankten im Monat Mai 70 %.

II. Eine Inkubationsperiode fehlte bei 84 %; sie dauerte 1 Stunde bei 2 %; 2 Stunden bei 2 %; 3 Stunden bei 2 % und 1—3 Tage bei 2 %.

III. In Hinsicht auf das relative Erscheinen verschiedener Symptome haben wir der Frequenz nach folgendes aufstellen können: Kephaläa erschien (sofort ohne Inkubationszeit) bei 76 %; Trockenheit der Nasenschleimhaut (sofort) bei 64 %; Coryza (nach Inkubationszeit) 57 %; Hitze und Spannungsgefühl im Gesicht (sofort) bei 51 %; Irritation der Konjunktiva (sofort)

49%; Nasenverstopfung (sofort) bei 43%; leichter Pharyngitis 46%; Mattigkeit in den Beinen bei 49%; mit Sprödigkeit der Lippen bei 41%; Schmerzen in den Schultern 38%; Unruhiger Schlaf bei 28%; Frösteln bei 28%; Fieber bei 28%; Schmerzen in den Lenden bei 25%; Epistaxis bei 12%.

IV. Genesung trat nach 2 Tagen bei 15% ein; nach 5 Tagen bei 15%; nach 8 bei 10%; nach 4 bei 8%; nach 6 Tagen bei 8%; nach 3—7—10—12 bei je 5%.

Wirkung der Sonnenstrahlen in der ersten Dekade des Juni.

Es wurden zwei Versuche angestellt. Der erste am 7. Juni gegen 9 Uhr vormittags und zwar mit sieben Personen. Die Dauer des Versuches war 60 Min.; die Temperatur in der Sonne 36°; die im Schatten 22°; die Feuchtigkeit 43°, der Wind G. 0.

Keine dieser sieben Personen erkrankte. Sechs von ihnen schwitzten und empfanden ein unangenehmes Brennen der Sonne am Kopfe. Nur drei klagten über Kephaläa oder Schwindel, und andere drei über die charakteristische Trockenheit der Nase; — Störungen, die blofs eine Stunde dauerten.

Der zweite Versuch wurde am 8. Juni um 9 Uhr vormittags ausgeführt. Die Dauer betrug 60 Min.; die Temperatur in der Sonne war 33°; die im Schatten 20,1°; die relative Feuchtigkeit betrug 40° und der Wind war SE. 2.

Von diesen fünf Personen erkrankten nur leicht die drei folgenden:

1. Olmeo Maria, 27 Jahre alt, kräftig gebaut, wurde von der Sonne voll ins Gesicht getroffen. Sie empfindet ein unangenehmes Brennen der Sonne am Kopfe und schwitzt. Sie klagt sogleich über Kephaläa, Trockenheit der Nasenschleimhaut und Nasenverstopfung, Sprödigkeit der Lippen und Mattigkeit in den Beinen. Am folgenden Tage stellt sich unruhiger Schlaf und Coryza ein. Sie heilt in 3 Tagen. Ihr wurde Chinin verabreicht.

(Fortsetzung des Textes auf S. 377.)

Tabelle VI. Wirkung der Sonnenstrahlen in der ersten Dekade des Juni.

Versuchsverhältnis und Symptomkomplex	Caso Giovannina	Pintus Grazietta	Scano Giuseppina	Sanna Teresa	Scano Assunta	Scano Giuseppina	Scano Lorenzo	Olmeo Maria	Scano Giovanna	Serra Maria	Auneddu Teresa	Scano Francesca
A. Versuchsverhältnis.												
Datum des Versuches	7.	7.	7.	7.	7.	7.	7.	8.	8.	8.	8.	8.
Tageszeit	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Dauer des Versuches	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′
Alter	16	16	60	33	26	29	27	27	25	24	25	14
Konstitution	—	—	—	+	+	+	—	+	+	+	+	—
Getroffene Teile des Kopfes	l. S.	l. S	l. S.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Temperatur an der Sonne	36°	36°	36°	36°	36°	36°	36°	33°	33°	33°	33°	33°
Temperatur im Schatten	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	20,1°	20,1°	20,1°	20,1°	20,1°
Feuchtigkeit	43	43	43	43	43	43	43	40	40	40	40	40
Wind	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	G. 0	SE. 2	SE. 2	SE. 2	SE. 2	SE. 2
B. Symptomkomplex.												
Aufenthalt an der Sonne unangenehm	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schweifssekretion	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+
Kephaläa	0	+	0	+	0	Schwindel	0	+	+	Schwindel	Schwindel	Schwindel
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trockenheit der Nasenschleimhaut	+	0	0	0	0	+	+	+	+	+	0	0
Nasenverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Coryza	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0
Schulterschmerzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lendenschmerzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit an den Beinen	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Appetitmangel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stuhlverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Inkubationsperiode	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kur	0	0	0	0	0	0	0	Chinin	0	0	0	0
Heilung	1 St.	1 St.	—	1 St.	—	1 St.	1 St.	3 Tage	1 Tag	2 Tage	1 Tag	1/2 St.

2. Serra Maria, 24 Jahre alt, kräftig gebaut, empfindet ebenfalls unangenehmes Brennen am Kopfe und schwitzt, und klagt sogleich über Schwindel, Trockenheit der Nasenschleimhaut, unruhigen Schlaf während der Nacht und Pharyngitis, und heilt in 2 Tagen.

3. Auneddu Teresa, 25 Jahre alt, kräftig gebaut, empfindet ebenfalls das unangenehme Brennen und schwitzt; sie klagt sogleich über Schwindel und Pharyngitis. Sie heilt in einem Tage.

Was die beiden andern betrifft, so empfand die eine nur leichten Schwindel und Trockenheit in der Nase. — Sie heilte in einem Tage.

Die andere merkte nur etwas Schwindel von der Dauer einer $^1/_2$ Stunde.

Resultat: Also in der ersten Dekade des Juni stellt sich noch das unangenehme Brennen am Kopfe ein. Den Prozentsatz der Erkrankungen kann man auf 25—33%, den der Coryza auf 8% und den der Pharyngitis auf 16% feststellen. Die Dauer der Erkrankung ist von 1—3 Tagen.

In der zweiten und dritten Dekade des Juni angestellte Versuche.

Während eine Person, die der Einwirkung der Sonnenstrahlen gegenüber empfindlich ist, bis zur zweiten Dekade Juni, deren lästige, auf die von den Strahlen getroffene Stelle des Kopfes lokalisierte Wirkung, die man mit jener vergleichen könnte, welche durch eine, dem Kopfe allzunahe stehende Lampe verursacht wird, wahrnimmt, verschwindet von Mitte Juni bis zur dritten Dekade September diese lästige Wirkung, um einer allgemeinen und sogar angenehmen Platz zu machen. Die Sonne kann wohl in den Sommermonaten Fälle von Hitzschlägen verursachen, aber nicht jene, in den Frühlingsmonaten beobachteten Störungen. Die Ergebnisse der im Juni und Juli angestellten Versuche bestätigen im vollen Mafse die Beobachtungen. Denn von 39 Personen, welche 30 oder 60 Min. lang der Sonne ausgesetzt waren, erlitten nur drei leichte Störungen, welche in Kephaläa, leichter Pharyngitis und Trockenheit der Nasenschleimhaut bestanden; Störungen, die innerhalb 24 Stunden verschwanden.

Tabelle VII. **Wirkung der Sonnenstrahlen im**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Defenu Gesuina	Serra Luigia	Serra Antonina	Secchi Rosa	Piras Maria	Spanu Maria	Unida Maria	Bardinu Antonia	Paradisu Emilia
A. Versuchsbedingungen.									
Datum des Versuches	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.
Alter	17	24	15	38	39	32	36	37	17
Konstitution	—	—	—	+	—	—	+	+	—
Getroffener Teil des Kopfes	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Temperatur in d. Sonne	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°
Temperatur im Schatten	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°
Feuchtigkeit	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Wind	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2
Tageszeit	5 5.30	5 5.30	5 5.30	5 5.30	5 5.30	5 5.30	5 5.30	5 5.30	5 5.30
Dauer des Versuches	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'
B. Symptomkomplex.									
Schweifssekretion	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Inkubationsperiode	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kephaläa	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritation d. Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trockenheit d. Nasenschleimhaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nasenverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leichte Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coryza	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Monat Juni. 2. und 3. Dekade. Tabelle VII.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Sanna Teresa	Congiu Giovanna	Rocca Giuseppa	Serra Rosa	Spannu Anna Maria	Satta Giov. Maria	Porchetta Anna	Satta Antonia	Satta Giuseppa	Sassu Michelina	Marchetti Clorinda	Madau Vincenza	Masia Maria
23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23	23.	23.	23.	23.
20	24	21	14	13	26	49	21	22	36	18	14	22
—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+	—
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	N	V	V
34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°
24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°	24°
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2	NW.2
5	5	5	5	5	5.25	5.25	5.25	5.25	5.45	5.45	5.45	5.45
5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	6	6	6	6	6.15	6.15	6.15	6.15
30'	30'	30'	30'	30'	35'	35'	35'	35'	30'	30'	30'	30'
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Juli.

Es wurden zwei Versuchsreihen angestellt. Die erste am 15. Juli um 9 Uhr vormittags, mit zwölf Personen; die zweite am 16. um 3 Uhr nachmittags mit 9 Personen. Diese 21 Personen wurden von der Sonne zum Teil ins Gesicht, zum Teil auf die rechte oder linke Seite des Kopfes getroffen. Die Temperatur an der Sonne stieg auf 36° am 1. Tage, auf 39° am 2., während die Schattentemperatur 25 resp. 31,9° betrug; die relative Feuchtigkeit stieg nur auf 25° am 1. Tage, und auf 32° am 2. Der Nordwind schwankte in der Geschwindigkeit zwischen 6—3 km.

Diese 21 Personen klagten über keine Beschwerden während des Versuches, mit Ausnahme eines über den ganzen Körper verbreiteten Wärmegefühls und starken Schweifses. Eine einzige Frau, eine gewisse Pilo Antonietta, klagte über leichten Kopfschmerz, welcher jedoch nach 3 Stunden vollständig verschwand.

Resultat: Die Wirkung der Julisonne, auch während des 1 Stunde lang dauernden Versuches, und auf Personen, die schon in den andern Monaten sich sehr empfänglich bewiesen hatten, war vollständig unschädlich.

(Folgt Tabelle VIII auf S. 381 und Tabelle IX auf S. 382 u. 383.)

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat August.

Am 19. August wurden neun Personen der Sonne, gegen 4½ Uhr, ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne war 37° und im Schatten 30°; die relative Feuchtigkeit 38°; die Windrichtung war Nord-West. Bei neun Personen nahm man ein starkes Schwitzen wahr, bei sechs bemerkte man Brennen im Gesicht, und bei einer einzigen, einer gewissen Sanna Teresa, 20 Jahre alt, etwas Kephaläa, die aber im Laufe des Tages verschwand.

(Folgt Tabelle X auf S. 386.)

Tabelle VIII. **Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Juli.** Tabelle VIII.

Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	1 Casu Giovannina	2 Baldini Maria	3 Desole Pietrina	4 Scanu Giovanna	5 Pintus Grazietta	6 Scanu Assunta	7 Casu Rosina	8 Sanna Maria Grazia	9 Fiori Giuseppa	10 Dau Luigia	11 Sanna Teresa	12 Rocca Caterina	13 Masala Giovanna	14 Paba Angela	15 Muredda Dolorata	16 Pilo Assunta	17 Ugliega Maria
A. Versuchsbedingungen.																	
Datum	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22	22.
Alter	15	30	22	24	14	26	13	39	28	15	20	17	16	16	21	38	11
Konstitution	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	—	—
Getroffener Teil des Kopfes	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Temperatur in der Sonne	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°	32°
Temperatur im Schatten	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	23°	21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°
Feuchtigkeit	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Wind	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Tageszeit	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	10 10.50 11.50	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20	12 5.20 6.20
Dauer des Versuches	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′
B. Symptomkomplex.																	
Schweifssekretion	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kephaläa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	+	+	0
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trockenheit der Nasenschleimhaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	+	0
Nasenverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Schmerzen in den Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coryza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle IX. **Wirkung der Sonnenstrahlen**

	1	2	3	4	5	6	7	8
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Demontis Giuseppina	Uras Leonarda	Fois Antonietta	Scanu Giuseppa	Carboni M. Grazia	Pabba Camilla	Delogu Peppina	Castelli Leonarda
A. Versuchsbedingungen.								
Datum des Versuches	15.	15.	15.	15.	15.	15.	15.	15.
Tageszeit	9	9	9	9	9	9	9	9
Dauer des Versuches	60	60	60	60	60	60	60	60
Alter	20	26	36	52	22	38	19	19
Konstitution	+	+	—	—	+	+	—	+
Getroffener Teil d. Kopfes	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	r. S.	r. S.
Temperatur an der Sonne	36°	36°	36°	36°	36°	36°	36°	36°
Temperatur im Schatten	25°	25°	25°	25°	35°	25°	25°	25°
Feuchtigkeit	25	25	25	25	25	25	25	25
Wind	N. 6	N. 6	N. 6	N. 6	N. 6	N. 6	N. 6	N. 6
B. Symptomkomplex.								
Aufenthalt an der Sonne Unangenehm	0	0	0	0	0	0	0	0
Schweifssekretion	+	+	+	+	+	+	+	+
Kephaläa	0	0	0	0	0	0	0	0
Aufgeregter Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritation d. Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	0	0	0	0	0	0	0	0
Trockenheit der Nasenschleimhaut	0	0	0	0	0	0	0	0
Nasenverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	0
Coryza	0	0	0	0	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	0	0	0
Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in d. Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	0	0	0	0	0	0	0	0
Appetit-Mangel	0	0	0	0	0	0	0	0
Stuhlverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	0	0	0	0	0	0	0
Inkubationsperiode	—	—	—	—	—	—	—	—
Kur	—	—	—	—	—	—	—	—
Heilung nach Tagen N_2O.	—	—	—	—	—	—	—	—

im Monat Juli. Tabelle IX.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Giordo Luigina	Cabras Virginia	Fiocca Giovannina	Delogu Annita	Paradisu Emilia	Sanna Teresa	Spanu Maria	Marogna Giovanna	Pilo Antonietta	Dau Cicita	Casu Giovannina	Marogna Maria	Dettori Peppina
15.	15.	15.	15.	16.	16.	16.	16.	16.	16.	16.	16.	16.
9	9	9	9	15	15	15	15	15	15	15	15	15
60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
14	15	17	20	18	20	30	15	46	19	15	16	14
—	+	+	+	—	+	+	—	—	—	+	+	+
r. S.	r. S.	r. S.	fr.	fr.	l. S.	l. S.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	l. S.
36°	36°	36°	36°	39°	39°	39°	39°	39°	39°	39°	39°	39°
25°	25°	25°	25°	31.9°	31 9°	31.9°	31.9°	31 9°	31.9°	31.9°	31 9°	31.9°
25	25	25	25	30	30	30	30	20	30	30	30	30
N. 6	N. 6	N. 6	N. 6	N. 3	N. 3	N. 3	N. 3	N. 3	N. 3	N. 3	N. 3	N. 3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	3 St.	—	—	—	—

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat September.

1. Versuch.

Am 2. September um 4 Uhr 20 Min. wurden elf Personen mit dem Gesichte eine Stunde lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne war 34°, die im Schatten 26°; die Feuchtigkeit 63°; die Windrichtung Nord-West.

Bei sieben von diesen elf Personen zeigte sich starker Schweifs. Alle klagten über Brennen im Gesicht. Nur zwei: Olmeo Maria Luigia, 27 Jahre alt, und Piras Giuseppa, 39 Jahre alt, klagten über Kephaläa, die im Laufe des Tages verschwand.

2. Versuch.

Am 19. September um 3 Uhr 30 Min. wurden andere zehn Personen, eine Stunde lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne war 33°, die im Schatten 27°; die relative Feuchtigkeit 54°; das Anemometer zeigte Nord-Ost. Von diesen zehn Personen bemerkte man bei fünf Schweifs. Alle klagten über Brennen im Gesicht; nur zwei erkrankten: Pintus Grazia, 14 Jahre alt, klagte nach vier Stunden über Nasenverstopfung, Schmerzen in den Schultern, in den Hüften, Mattigkeit in den Beinen, später kam ein Schnupfen hinzu. Sie heilte nach drei Tagen.

Scanu Giuseppina, 28 Jahre alt, klagt über Kephaläa, Trockenheit und Verstopfung in der Nase, und wird von Schnupfen mit Fieber befallen. Sie heilt nach vier Tagen Zwei andere, Olmeo Luigia und Sanna Teresa, klagen nur über ein wenig Kephaläa und Trockenheit der Nase, Beschwerden, die bei beiden nach wenigen Stunden verschwinden.

(Folgt Tabelle X auf S. 386 u. 387.)

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Oktober.

1. Versuch.

Am 8. Oktober um 11 Uhr wurden fünf Personen eine Stunde lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne war 30° und im Schatten 20°; die relative Feuchtigkeit 62; das Anemometer zeigte WO.

Von diesen fünf Personen erkrankten folgende zwei: Piras Maria, 39 Jahre alt, schwächlich; sie wurde von der Sonne ins volle Gesicht getroffen; sofort klagte sie über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase; später wurde sie von einem Schnupfen mit Fieber befallen; sie genafs in drei Tagen.

Olmeo Maria, 28 Jahre alt, kräftig, klagte sofort über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen; später wird sie von Schnupfen mit Frösteln und Fieber befallen; sie heilt nach vier Tagen.

2. Versuch.

Am 20. Oktober wurden andere fünf Personen um 11 Uhr eine Stunde lang der Sonne ausgesetzt, von denen keine erkrankte. Die Temperatur an der Sonne war 28°, die im Schatten 18°; die relative Feuchtigkeit 71; der Wind WO.

3. Versuch.

Am 26. Oktober um 8¼ Uhr wurden zwölf Personen der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne schwankte zwischen 30—31°, die im Schatten zwischen 19—21°.

Von diesen zwölf Personen erkrankten folgende drei:

1. Siccardi Maria, 14 Jahre alt, schwächlich, klagt über Trockenheit der Nase, Unwohlsein und Mattigkeit in den Beinen. Die Genesung erfolgt nach zwei Tagen.

2. Careddu Caterina, 30 Jahre alt, kräftig, wird ins volle Gesicht getroffen. Sie klagt sofort über Trockenheit der Nase und Nasenverstopfung, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen, wird dann von Schnupfen mit Fieber befallen. Sie heilt nach sieben Tagen.

3. Marsala Francesca, 26 Jahre alt, schwächlich, wird ins volle Gesicht getroffen. Nach vier Stunden klagt sie über Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen, und später über Schnupfen mit Frösteln und Fieber. Sie heilt nach drei Tagen.

(Folgt Tabelle XI auf S. 388 u. 389.)

Tabelle X.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat August.										Wirkung		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Dau Luigia	Scanu Giovanna	Caso Rosina	Sanna Teresa	Masala Giovanna	Preti Angela	Paradiso Emilia	Deliperi Pietrina	Casu Giovanna	Viredda Giustina	Bassu Giovannina	Scano Annita
A. Versuchsbedingungen.												
Datum des Versuches	19.	19.	19.	19	19.	19.	19.	19.	19.	2.	2.	2.
Alter	15	24	13	20	16	14	17	18	15	14	14	26
Getroffener Teil des Kopfes	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Temperatur in der Sonne	37°	37°	37°	37°	37°	37°	37°	37°	37°	34°	34°	34°
Temperatur im Schatten	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	26°	26°	26°
Feuchtigkeit (relativ)	38	38	38	38	38	38	38	38	38	63	63	63
Wind	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.
Tageszeit	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4½	4¼	4¼	4¼
Dauer des Versuches	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.
B. Symptomkomplex.												
Schweifssekretion	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
Inkubationsdauer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kephaläa	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0
Bewegter Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritation d. Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trockenheit d. Nasenschleimhaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nasenverstopfung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit d. Lippen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leichte Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coryza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heilung in Tagen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle X.

der Sonnenstrahlen im Monat September.

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Olmea M. Luigia	Rocca Peppina	Piras Giuseppa	Sanna Teresa	Sanna Giuseppina	Oggiano Giovanna	Fiocca Speranza	Marogna Giovanna	Casu Giovannina	Deliperi Pietrina	Casu Rosina	Pintus Grazia	Olmeo Luigia	Piras Giuseppina	Sanna Teresa	Rocca Giuseppina	Scanu Giuseppa	Serra Giustina
2.	2.	2.	2	2.	2.	2.	2.	19.	19.	19.	19.	19.	19.	19.	19.	19.	19.
27	22	39	38	28	18	18	16	15	18	13	14	26	40	36	20	28	14
fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	33°	33°	33°	33°	33°	33°	33°	33°	33°	33°
26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	26°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	27°
63	63	63	63	63	63	63	63	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	N.	N.	N.	N.	N.	N.	N.	N.	N.	N.
$4^1/_4$	$4^1/_4$	$4^1/_4$	$4^1/_4$	$4^1/_4$	$4^1/_4$	$4^1/_4$	$4^1/_4$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$	$3^1/_2$
1 St.	1 St.	1 St.	1 St	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St	1 St.	1 St	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.	1 St.
+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 St.	0	0	0	0	0	0
+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	4	—

Tabelle XI. **Wirkung der Sonnenstrahlen**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Deriu Pietrina	Piras Maria	Idini Battistina	Casu Giovanna	Ojineo Maria	Marogna Giovanna	Faedda Giuseppa	Pintus Maria	Sanna Speranza	Delogu Nicolina	Sicardi Maria
A. Versuchsbedingungen											
Datum des Versuches	8	8	8	8	8	20	20	20	20	20	26
Alter	18	39	32	15	28	14	21	16	25	35	14
Körperbau	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	—
Getroffener Teil des Kopfes	l. S.	fr.	fr.	r. S	fr.	fr.	fr.	r. S.	r. S.	r. S.	fr.
Temperatur in d. Sonne	30°	30°	30°	30°	30°	28°	28°	28°	28°	28°	31°
Temperatur im Schatten	20°	20°	20°	20°	20°	18°	18°	18°	18°	18°	21°
Feuchtigkeit	62	62	62	62	62	71	71	71	71	71	68
Wind	W.	W.	W.	W.	W.	W.	W.	W.	W.	W.	E. 4km
Tageszeit	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	8¼
Dauer des Versuches	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	60′	30′
B. Symptomkomplex											
Inkubationsperiode	—	0	—	—	0	—	—	—	—	—	0
Kephaläa	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Unruhiger Schlaf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitzegefühl im Gesicht	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0
Krankheit der Nasenschleimhaut	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+
Nasenverstopfung	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Sprödigkeit der Lippen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leichte Pharyngitis	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Schultern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in d. Beinen	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+
Coryza	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Fieber	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Heilung in Tagen		3	—	—	4	—	—	—	—	—	2
Schweifssekretion	0	+	+	0	0	+	0	0	+	0	+
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0

Im Monat Oktober. Tabelle XI.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Foddai Francesca	Carreddu Caterina	Fois Antonia	Salis Grazia	Masala Francesca	Bitrichene Nicolai	Bitrichene Maria	Fair Faustina	Scanu Annita	Firino Antonio	Scanu Lorenzo
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
40	30	28	25	26	27	18	21	17	28	36
—	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+
fr.	fr.	r. S.	r. S.	fr.	fr.	r. S.	fr.	fr.	fr.	fr.
31°	31°	31°	31°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°
21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°	21°
68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km	E.4km
$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$	$8^1/_4$
30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'	30'
0	0	—	—	4	—	—	—	—	0	0
0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	0	0	+	+	+	0	0	+	+
0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0
—	7	—	—	3	—	—	—	—	—	1
0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat November.

Am 8. November um $8\frac{1}{2}$ Uhr wurden fünf Personen eine halbe Stunde lang der Sonne ausgesetzt, dann andere fünf um $10\frac{3}{4}$ Uhr 45 Min. lang. Bei sieben stellte sich Brennen im Gesicht ein und vier erkrankten.

1. Scano Francesca, 15 Jahre alt, kräftig, wird auf die rechte Seite getroffen. Sie klagt sofort über Kephaläa, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, Mattigkeit in den Beinen; wird aufserdem von Schnupfen befallen und heilt nach vier Tagen.

2. Sanna Giovanna, 26 Jahre alt, schwächlich, wird auf die linke Seite getroffen. Sie klagt sogleich über Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, und wird von einem Schnupfen mit Frösteln und Fieber befallen. Die Genesung erfolgt nach fünf Tagen.

3. Sanna Domenica, 28 Jahre alt, kräftig, wurde auf die rechte Seite getroffen. Sie klagt sofort über Trockenheit der Nasenschleimhaut und Nasenverstopfung, wovon sie im Laufe des Tages heilt.

4. Scano Vittoria, 22 Jahre alt, kräftig, wurde auf die rechte Seite getroffen. Sie klagte sofort über Kephaläa, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Sprödigkeit der Lippen, wurde dann von einem Schnupfen befallen, wovon sie nach zwei Tagen heilte.

Die Temperatur an der Sonne schwankte zwischen 21 und 25^0, die im Schatten zwischen $15-16^0$; die relative Feuchtigkeit war 70, und der Wind SWSW.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Dezember.

Am 29. Dezember um $1\frac{1}{2}$ Uhr wurden zehn Personen 30 Min. lang der Sonne ausgesetzt. Die Temperatur an der Sonne war 14^0 und die im Schatten 11^0; die relative Feuchtigkeit 63; der Wind S. 12. Von diesen zehn Personen erkrankten die folgenden fünf:

1. Scano Giuseppina, 28 Jahre alt, kräftig, wurde ins volle Gesicht getroffen und klagte sofort über Kephaläa, Brennen im

Gesicht, Trockenheit der Nasenschleimhaut, Nasenverstopfung, Mattigkeit in den Beinen, und später über Schnupfen mit Frösteln und Fieber.

2. Olmeo Luigia, 27 Jahre alt, kräftig, wurde ins volle Gesicht getroffen, und klagte sogleich über Kephaläa, Trockenheit der Nasenschleimhaut und Nasenverstopfung, Mattigkeit in den Beinen, dann über Schnupfen mit Frösteln und Fieber. Sie heilt nach fünf Tagen.

3. Sanna Teresa, 38 Jahre alt, kräftig, wurde auf die rechte Seite getroffen. Sie klagte sofort über Kephaläa, Brennen der Augen, Trockenheit und Verstopfung der Nase, später wurde sie von einem Schnupfen befallen. Ihre Genesung erfolgt nach vier Tagen.

4. Rocca Giuseppa, 21 Jahre alt, kräftig, wurde ins volle Gesicht getroffen. Sie klagt sogleich über Kephaläa, Brennen im Gesicht, Trockenheit und Verstopfung der Nase; später wurde sie von einem Schnupfen mit Frösteln und Fieber befallen. Genesung nach zwei Tagen.

5. Borgnietta Rosina, 18 Jahre alt, schwächlich, wird auf die rechte Seite getroffen. Sie klagt sofort über Kopfschmerz, Trockenheit und Verstopfung der Nase, Halsschmerz, Mattigkeit in den Beinen, wird dann von einem Schnupfen befallen. Genesung nach drei Tagen.

(Folgt Tabelle XII auf S. 392 u. 393.)

Überblick über die erhaltenen Resultate.

Die erhaltenen Resultate werde ich gröfstenteils aus der Tabelle XIII ziehen, die die Ergebnisse der in den 12 Monaten des Jahres gestellten Versuche zusammenfafst.

(Folgt Tabelle XIII auf S. 394 u. 395.)

Tabelle XII.

Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat

	1	2	3	4	5	6	7
Versuchsbedingungen und Symptomkomplex	Scano Francesca	Fiocca Speranza	Cucuza Carolina	Martini Francesca	Sanna Giovanna	Sanna Dormenica	Scano Vittoria
A. Versuchsbedingungen							
Datum des Versuches	8	8	8	8	8	8	8
Alter	15	18	15	18	26	28	22
Körperbau	+	+	+	—	—	+	+
Getroffener Teil d. Kopfes	r. S.	r. S.	Gesicht	l. S.	l. S.	r. S.	r. S.
Temperatur an der Sonne	25°	25°	25°	25°	25°	21°	21°
Temperatur im Schatten	16°	16°	16°	16°	16°	15°	15°
Feuchtigkeit	70	70	70	70	70	70	70
Wind	SW. 1 km	SW. 1 km	SW. 1 km	SW. 1 km	SW. 1 km	SW. 1 km	SW. 1 km
Tageszeit	$8^1/_2$	$8^1/_2$	$8^1/_2$	$8^1/_2$	$8^1/_2$	$10^3/_4$	$10^3/_4$
Dauer des Versuches	30′	30′	30′	30′	30′	45′	45′
B. Symptomkomplex							
Inkubationsperiode	0	—	—	—	0	0	0
Kephaläa	+	0	0	0	0	0	+
Unruhiger Schlaf	0	0	0	0	0	0	0
Irritation der Konjunktiva	0	0	0	0	0	0	0
Hitze und Brenngefühl im Gesicht	+	+	+	+	+	+	+
Trockenheit der Nasenschleimhaut	+	0	0	0	+	+	+
Nasenverstopfung	+	0	0	0	+	+	+
Sprödigkeit der Lippen	+	0	0	0	+	0	+
Leichte Pharyngitis	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Schultern	0	0	0	0	0	0	0
Schmerzen in den Lenden	0	0	0	0	0	0	0
Mattigkeit in den Beinen	+	0	0	0	0	0	0
Coryza	+	0	0	0	+	0	+
Fieber	0	0	0	0	+	0	0
Heilung in Tagen	4	—	—	—	5	1	2
Schweifssekretion	0	0	0	0	0	0	0
Epistaxis	0	0	0	0	0	0	0
Frösteln	0	0	0	0	+	0	0

November.			Wirkung der Sonnenstrahlen im Monat Dezember.									
8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dau Speranza	Piconi Speranza	Galanta Rafaeli	Careddu Caterina	Siccardi Maria	Scano Francesca	Scano Giuseppina	Olmeo M. Luigia	Piras M. Giuseppa	Sanna Teresa	Paradiso Emilia	Rocca Giuseppa	Borgnetta Rosina
8	8	8	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
27	26	23	38	17	17	28	27	37	38	18	21	18
—	—	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—
Gesicht	Gesicht	l. S.	r. S.	r. S.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	r. S.
21°	21°	21°	14°	14°	14°	14°	14°	14°	14°	14°	14°	14°
15°	15°	15°	11°	11°	11°	11°	11°	11°	11°	11°	11°	11°
70	70	70	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
SW. 1 km	SW. 1 km	SW. 1 km	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12	S. 12
10 3/4	10 3/4	10 3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
45′	45′	45′	30′	30′	30′	30′	30′	30′	30′	30′	30′	30′
—	—	—	—	—	—	0	0	—	0	—	0	0
0	0	0	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+
0	0	0	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	+
0	0	0	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+
0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	+	0
—	—	—	—	—	—	3	5	—	4	—	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	+	0

Tabelle XIII. **Die schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen in den**

Prozentzahl der erkrankten Personen und

	Januar		Februar			März			April		
Prozentzahl d. erkrankten Personen	95%		100%			100%			92%		
Schweifssekretion während des Versuches	0 »		9 »			10 »			—		
Aufenthalt an der Sonne unangenehm	54 »		43 »			63 »			—		
Kephaläa	90 »		78 »			94 »			82 »		
Aufgeregter Schlaf	19 »		4 »			36 »			24 »		
Irritation d Konjunktiva	43 »		26 »			47 »			41 »		
Hitzegefühl und Brennen im Gesicht	85 »		82 »			31 »			55 »		
Trockenheit der Nasenschleimhaut	33 »		60 »			52 »			70 »		
Nasenverstopfung	37 »		60 »			52 »			66 »		
Coryza	23 »		52 »			47 »			87 »		
Epistaxis	0 »		0 »			5 »			—		
Sprödigkeit der Lippen	4 »		43 »			42 »			20 »		
Pharyngitis	23 »		47 »			52 »			71 »		
Schmerzen in d. Schultern	0 »		17 »			10 »			20 »		
Schmerzen in d. Lenden	9 »		2 »			5 »			11 »		
Schwäche in den Beinen	62 »		35 »			26 »			43 »		
Appetitmangel	19 »		43 »			42 »			—		
Stuhlverstopfung	0 »		30 »			21 »			—		
Frösteln	37 »		39 »			31 »			—		
Fieber	9 »		35 »			31 »			30 »		
Inkubationsperiode a) fehlt	23 »		35 »			89 »			67 »		
Inkubationsperiode b) v. 1-10 St.	77 »		65 »			11 »			41 »		
Dauer der Krankheit 1—3 Tagen	76 »		63 »			37 »			46 »		
Dauer der Krankheit 4—10 »	24 »		37 »			52 »			44 »		
Dauer der Krankheit 10—28 »	0 »		0 »			11 »			10 »		
Meteorologische Bedingungen.											
Temperatur an der Sonne	32°	20°	16°	23°	27,5°	30°	19°	25°	22°	26°	26°
Temperatur im Schatten	20°	12°	12,5°	13,5°	14,5°	19°	13°	15°	12°	14°	19°
Feuchtigkeit (relativ)	73	46	62	70	70	36	49	49	70	59	59
Wind (Stärke und Richtung)	E. 1	G. 0	E. 2	E. 6	E. 6	N. 4	G. 0	G. 0	W. 8	NW. 8	NW. 2

verschiedenen Jahresmonaten, sperimentell bewiesen. Tabelle XIII.

relative Häufigkeit der verschiedenen Symptome.

Mai	Juni 1. Dekade	Juni 3. Dekade	Juli	August	Septemb. 1.—2. Dekade	Septemb. 3. Dekade	Oktober	November	Dezember
61%	33%	0%	0%	0%	0%	30%	36%	40%	50%
—	83 »	100 »	100 »	100 »	59 »	50 »	32 »	0 »	0 »
—	92 »	0 »	0 »	—	—	—	—	—	—
56 »	50 »	13 »	5 »	11 »	12 »	30 »	18 »	20 »	50 »
23 »	16 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	» »
38 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	10 »
23 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	20 »	23 »	40 »	20 »
47 »	50 »	0 »	0 »	0 »	0 »	30 »	46 »	40 »	50 »
36 »	8 »	0 »	0 »	0 »	0 »	20 »	18 »	40 »	50 »
45 »	8 »	0 »	0 »	0 »	0 »	20 »	18 »	30 »	50 »
9 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	—	—
32 »	8 »	2 »	0 »	0 »	0 »	0 »	5 »	0 »	0 »
34 »	16 »	5 »	0 »	0 »	0 »	10 »	14 »	0 »	10 »
27 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	10 »	0 »	0 »	0 »
20 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	10 »	0 »	0 »	0 »
40 »	8 »	0 »	0 »	0 »	0 »	10 »	23 »	10 »	30 »
—	0 »	0 »	0 »	0 »	—	—	—	—	—
—	0 »	0 »	0 »	0 »	—	—	—	—	—
21 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	10 »	18 »	10 »	30 »
23 »	8 »	0 »	0 »	0 »	0 »	10 »	18 »	10 »	30 »
83 »	100 »	—	—	—	—	50 »	80 »	100 »	100 »
17 »	0 »	—	—	—	—	50 »	20 »	0 »	0 »
35 »	100 »	—	—	—	—	66 »	60 »	50 »	60 »
53 »	0 »	—	—	—	—	34 »	40 »	50 »	40 »
12 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »	0 »
25° 28° 26°	33°-36°	32°	36° 39°	37°	34°	33°	30° 28° 1°	25° 21°	14°
15,9° 21,5° 19°	20,1° 22°	23°	25° 31,9°	30°	26°	27°	20° 18° 21°	16° 15°	11°
24 30 36	40—43	43	25 30	38	63	54	62 71 68	70 70	63
N.18 NW.0 W.4	G.0 SE.2	W.	N.6 N.3	NW.	NW.	N.	W. W. E.4	SW1 SW.1	S.12

Wir können also die verschiedenen Fragen in folgender Weise beantworten:

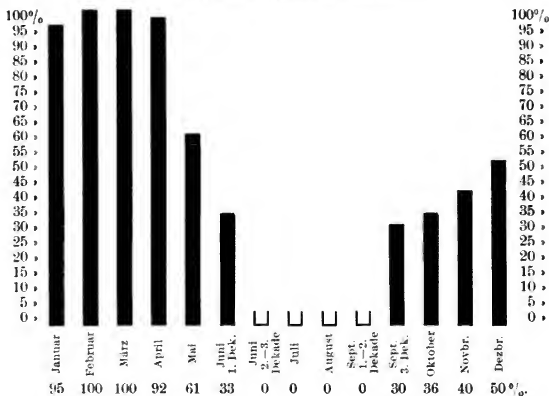
I. Welches ist der Prozentsatz der Erkrankten in den verschiedenen Monaten?

Der Prozentsatz der Erkrankten war: 100 im Februar, 100 im März, 95 im Januar, 92 im April, 61 im Mai, 50 im Dezember, 40 im November, 36 im Oktober, 33 in der ersten Dekade Juni, 30 in der dritten Dekade von September; 0 in der ersten und zweiten Dekade von September; 0 im August; 0 im Juli; 0 in der dritten Dekade des Juni.

Man kann dieses graphisch in folgender Tafel aufzeichnen:

Wirkung der Sonnenstrahlen in den verschiedenen Jahresmonaten.

Prozentzahl der erkrankten Personen.



Demnach verursacht die Sonne in den Monaten Februar, März, Januar, April und Mai am häufigsten das beschriebene Krankheitsbild; dann kommt die Sonne in den Monaten Dezember, November, Oktober, in der dritten Dekade des Septembers; während sie, immer in bezug auf die angeführten Beschwerden,

vollständig unschädlich ist in den Monaten Juni (zweite und dritte Dekade), Juli, August, erste und zweite Dekade des Septembers. Infolgedessen ist die weniger warme Sonne in den Frühlings-, Winter- und Herbstmonaten die schädlichste.

Nun aber stimmt nicht nur der monatliche Prozentsatz, wie er aus unseren Versuchen auf den Einfluſs der Sonnenstrahlen hervorgeht, sondern auch die Natur und die monatliche Frequenz der Beschwerden ganz genau mit der Frequenz und den Winter- und Frühlingsaffektionen, wie z. B. Schnupfen, Influenza usw. überein.

Wenn man Erkältung und diätetische Störungen als zu diesen Leiden prädisponierende Ursachen zählen muſs, ohne daſs dies erfahrungsmäſsig festgestellt sei, und wenn man weiſs, daſs Schnupfen, Influenza, Heufieber, epidemische Menningitis sehr oft, während und nach den schönen Tagen im Winter und im Frühling, welche die Stadtbewohner ins Freie locken zunehmen, ohne daſs man an diesen Tagen weder Wind noch Feuchtigkeit, noch niedere Temperatur als prädisponierende Ursachen betrachten könnte, so kann man gewiſs den Sonnenstrahlen, nachdem deren schädliche Wirkung deutlich bewiesen ist, einen gröſseren Einfluſs nicht ableugnen.

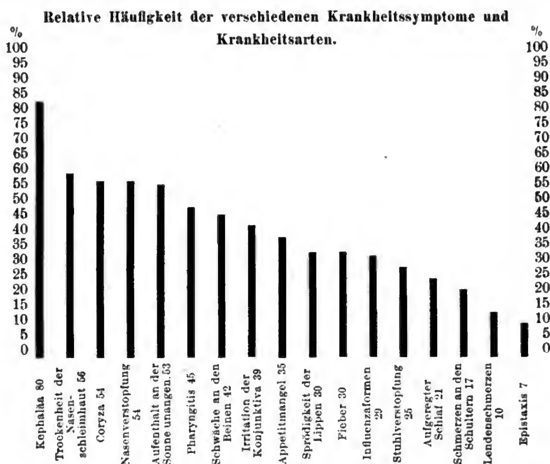
II. Welches sind die Symptome, welche am häufigsten im Krankheitsbild erscheinen?

Die relative Frequenz der Störungen und der Symptome, auf Grund der Durchschnittszahl der einzelnen Störungen in den verschiedenen Monaten, ist:[1])

Kephaläa 80, Trockenheit der Nasenschleimhaut 56, Schnupfen 54, Nasenverstopfung 54, widerwilliger Aufenthalt in der Sonne 53, Pharyngitis 53, Mattigkeit in den Beinen 42, leichte Entzündung der Konjunktiva 39, Appetitlosigkeit 35, Sprödigkeit der Lippen 30, Fieber 30, Influenzaformen 29, Hartleibigkeit 25, unruhiger Schlaf 21, Schmerzen in den Schultern 17, Hüftenschmerzen 15, Epistaxis 7, was man in folgender Tabelle graphisch darstellen kann.

1) Siehe Anmerkung S. 328.

Relative Häufigkeit der verschiedenen Krankheitssymptome und Krankheitsarten.



III. Welches ist die relative Häufigkeit der schweren und der leichten Fälle?

Um einen auch nur annähernden Begriff von der Häufigkeit der schweren und leichten Fälle zu erlangen, genügt es nicht, die relative Häufigkeit der verschiedenen Symptome zu kennen, sondern es ist notwendig, auch die relative Häufigkeit der Zahl und Art der Symptome zu kennen, welche in dem symptomatologischen Bild der studierten Fälle angegeben sind.

A. Relative Frequenz der schweren Fälle, ausgedrückt durch die Zahl der im Krankheitsbilde angegebenen Symptome.

Da die Zahl der Symptome und der Beschwerden, welche in der Beobachtung der Wirkung der Sonnenstrahlen in Betracht gezogen wurden, 15 betrug, wollte ich feststellen, wie oft z. B. in den 345 studierten Fällen das Krankheitsbild alle diese 15 genannten Symptome (schwere Fälle) anzeigt, und wie oft hin-

gegen einige derselben (leichte Fälle) auftraten. Eine kleine mathematische Arbeit führte mich zu folgendem Resultat:

Das symptomatische Bild bestand aus einem einzigen Symptom auf 115‰, aus 2 auf 70‰, aus 3 auf 80‰, aus 4 auf 70‰, aus 5 auf 110‰, aus 6 auf 90‰, aus 7 auf 120‰, aus 8 auf 90‰, aus 9 auf 85‰, aus 10 auf 45‰, aus 11 auf 40‰, aus 12 auf 20‰, aus 13 auf 20‰, aus 14 auf 20‰, aus 15 auf 3‰.

Es folgt demnach hieraus, dafs man:

1. 3‰ der in dem symptomatologischen Bild angegebenen Fälle mit allen 15 Symptomen,
2. 530‰ schwere Fälle, dargestellt durch ein von 14 bis 6 Symptomen angegebenes Krankheitsbild,
3. 330‰ leichte, durch ein Krankheitsbild von 5—2 Symptomen dargestellte Fälle vorfand.
4. Hatte man endlich 115‰ sehr leichte Fälle, deren Krankheitsbild nur ein einziges Symptom angab.

Man begreift daher, dafs man nicht immer von der einfachen Zahl der Symptome, welche im Krankheitsbild angegeben sind, auf die mehr oder weniger Schwere des Falles schliefsen kann, da ein Krankheitsbild mit zehn leichten Symptomen weniger schwer sein kann als ein anderes, durch vier schwere Fälle dargestelltes.

B. Relative Häufigkeit einiger der hauptsächlichsten symptomatologischen Bilder.

Da das Anführen der Häufigkeit aller verschiedenen möglichen Kombinationen eine ebensolange als unnütze Arbeit sein würde, so begnüge ich mich, nur einige derselben hier wiederzugeben. Zu diesem Zwecke habe ich einige der hauptsächlichsten Gruppen von Symptomen gewählt, und festzustellen gesucht, wie oft dieselben bei den beschriebenen symptomatologischen Bildern wiederkehrten. Das Ergebnis ist:

1. Kombination von Kephaläa, Coryza, Pharyngitis und Fieber 70‰.
2. Kombination von Kephaläa, unruhigem Schlaf, Coryza, Pharyngitis und Fieber 63‰.

3. Kombination von Kephaläa, Trockenheit der Nase, Mattigkeit in den Beinen, unruhigem Schlaf und Coryza, 15mal = 40 ‰.
4. Kombination von Kephaläa, Coryza, Mattigkeit in den Beinen und Fieber, 35 mal = 100 ‰.
5. Kombination von Trockenheit der Nasenschleimhaut, Coryza, Pharyngitis, Mattigkeit in den Beinen, 42 mal = 120 ‰.
6. Kombination von Kephaläa, Trockenheit der Nase, Coryza und Fieber, 43 mal = 120 ‰.
7. Kombination von Kephaläa, Coryza und Fieber, 48 mal = 140 ‰.
8. Kombination von Kephaläa, Pharyngitis, zeigte sich im ganzen nur 95 mal = 270 ‰.
9. Kombination von Kephaläa und Trockenheit der Nasenschleimhaut zeigte sich 117 mal = 340 ‰.
10. Das Krankheitsbild wurde, wie man gesehen hat, auch durch ein einziges Symptom dargestellt. Dasselbe war fast immer Kephaläa, welche in der Tat 18 mal unter den 354 Fällen = 59 ‰ auftrat. Die Trockenheit der Nase zeigte sich nur 7 mal = 20 ‰. Zweimal zeigte sich auch Mattigkeit in den Beinen und irgendein anderes Symptom, einmal unruhiger Schlaf, Entzündung der Augen, Mattigkeit in den Beinen.

IV. Stimmt die häufigere Wiederholung der verschiedenen Störungen in einem gewissen Monate mit der gröfseren Anzahl der in demselben Monate Betroffenen überein? Oder gibt es häufigere Störungen in jenen Monaten, in denen die Zahl der Getroffenen minderer ist?

Das Resultat unserer Versuche ist aus Tabelle XIV auf S. 402 und 403 sehr deutlich zu sehen.

Wir sehen also, dafs:[1])

1. Was die Kephaläa betrifft, hatten wir: im März 94 %, im Januar 90 %, im April 82 %, im Februar 78 %, im

1) Siehe Anmerkung S. 328.

Mai 56 %, im Dezember 50 %, in der ersten Dekade Juni 50 %, in der dritten Dekade des Septembers 30 %, im November 20 %, im Oktober 18 %, in der zweiten bis dritten Dekade Juni 13 %, in der ersten und zweiten Dekade des Septembers 12 %, im August 11 %, im Juli 5 %.

2. Trockenheit der Nasenschleimhaut: im April 70 %, im Februar 60 %, im März 52 %, in der ersten Dekade Juni 50 %, im Dezember 50 %, im Mai 47 %, im Oktober 46 %, im November 40 %, im Januar 33 %, in der dritten Dekade des Septembers 30 %, im August 0, in der ersten und zweiten Dekade des Septembers 0, im Juni 0, im Juli 0.
3. Schnupfen: 87 % im April, 52 % im Februar, 50 % im Dezember, 47 % im März, 45 % im Mai, 30 % im November, 22 % im Januar, 20 % in der dritten Dekade des Septembers, 18 % im Oktober, 8 % in der ersten Dekade Juni, 0 in der ersten und zweiten Dekade des Septembers, 0 im August, 0 im Juni, 0 im Juli.
4. Nasenverstopfung: 66 % im April, 60 % im Februar, 52 % im März, 50 % im Dezember, 40 % im November, 37 % im Januar, 36 % im Mai, 20 % in der ersten Dekade des Septembers, 18 % im Oktober, 8 % in der ersten Dekade Juni.
5. Was den Aufenthalt in der Sonne betrifft, fanden ihn 92 % in der ersten Dekade Juni, 63 % im März, 54 % im Januar, 43 % im Februar lästig.
6. Pharyngitis: 73 % im April, 52 % im März, 47 % im Februar, 34 % im Mai, 23 % im Januar, 16 % in der ersten Dekade Juni, 14 % im Oktober, 10 % im Dezember, 10 % in der dritten Dekade des Septembers.
7. Mattigkeit in den Beinen: 62 % im Januar, 43 % im April, 40 % im Mai, 35 % im Februar, 30 % im Dezember, 26 % im März, 23 % im Oktober, 10 % in der dritten Dekade des Septembers, 10 % im November, 8 % in der ersten Dekade Juni, 0 in der zweiten bis dritten

(Fortsetzung des Textes auf S. 404.)

Tabelle XIV. **Die einzelnen Störungen und Symptome in den verschie-**

Prozentzahl der erkrankten Personen	März 100	Febr. 100	Jan. 95	April 92	Mai 66
Schweifssekretion während des Versuches	Juni 100	Juli 100	Aug. 100 1. Dekade Juni 83	Sept. 1.—2. Dek. 59	Sept. 50 3. Dekade
Aufenthalt an der Sonne unangenehm	1. Dekade Juni 92 März 63	Jan. 54	Febr. 43	—	—
Kephaläa	März 94	Jan. 90	April 82	Febr. 78	Mai 56 1. Dekade Juni 50
Aufgeregter Schlaf	März 36	April 24	Mai 23	Jan. 19 1. Dekade Juni 16	Febr. 4
Irritation der Konjunktiva	März 47	Jan. 43	April 41	Mai 38	Febr 26
Hitze- oder Brenngefühl im Gesicht	Januar 85	Febr. 82	Nov. 70	April 55	März 31
Trockenheit der Nasenschleimhaut	April 70	Febr. 60	März 52	Dez. 50	Mai 50 1. Dekade Juni 50
Nasenverstopfung	April 66	Febr. 60	März 52	Dez. 50	Nov. 40
Coryza	April 87	Febr. 52	Dez. 50	März 47	Mai 45
Epistaxis	Mai 9	März 5	—	—	—
Sprödigkeit der Lippen	Febr. 43	März 42	Mai 32	April 20 1. Dek. Juni 8	Okt. 5
Pharyngitis	April 71	März 52	Febr. 47	Mai 34	Januar 23 1. Dekade Juni 16
Schmerzen an den Schultern	Mai 27	April 20	Febr. 17	März 10	Sept. 10 3. Dekade
Schmerzen an den Lenden	Mai 20	April 11	Sept. 10	Jan. 9	Febr. 2
Mattigkeit in den Beinen	Januar 62	April 43	Mai 40	Febr. 35	Dez. 30
Appetitmangel	Febr. 43	März 42	Jan. 19	—	—
Stuhlverstopfung	Febr. 30	März 21	—	—	—
Frösteln	Febr. 39	Jan. 37	März 31	Dez. 30	Mai 21
Fieber	Febr. 35	März 31	April 30	Dez. 30	Mai 23
Influenzaformen	April 35	März 31	Mai 30	Jan. 13	Febr. 9
Inkubationsperiode a) fehlt	Nov. 100	1. Dekade Juni 100 Dez. 100	März 89	Mai 83	Okt. 80
Inkubationsperiode b) v. 1—10 St.	Januar 77	Febr. 65	Sept. 50	April 41	Okt. 20
Dauer der Krankheit 1—3 Tage	1. Dekade Juni 100 Januar 77	Febr. 63	Okt. 60	Dez. 50	Sept. 50
Dauer der Krankheit 4—10 »	Mai 53	März 52	Sept. 50	Nov. 50	April 44
Dauer der Krankheit 10—20 »	Mai 12	März 11	April 10	1. Dekade	Juni 0

1) Aus der Prozentzahl der Erkrankten ausgedrückt. — Siehe Anmerkung

denen Monaten nach der größeren Frequenz[1]) geordnet. Tabelle XIV.

Dez. 50	Nov. 40	Okt. 36 1. Dekade Juni 33	Sept. 30 3. Dekade	Juni 0	Sept. 0 1.-2. Dek.	August 0	Juli 0
Okt. 32	März 10	Febr. 9	Nov. 0	Dez. 0	Jan. 0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Dez. 50	Sept. 30 3. Dekade	Nov. 20	Okt. 18	Sept. 12 1.-2. Dek.	Aug. 11	Juli 5	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Dez. 10	—	—	—	—	—	—	—
Mai 23	Okt. 23	Sept. 20 3. Dekade	Dez. 20	Juni 0	Juli 0	Aug. 0	Sept. 0 1.-2. Dek.
Okt. 47	Nov. 46	Jan. 40	Sept. 33 3. Dekade	Aug. 30	Sept. 0 1.-2. Dek.	Juni 0	Juli 0
Jan. 37	Mai 36	Sept. 20 3. Dekade	Okt. 18	1. Dekade Juni 8	—	—	—
Nov. 30	Jan. 23	Sept. 20 3. Dekade	Okt. 18 1. Dek. Juni 8	Sept. 0 1.—2. Dek.	Aug. 0	Juni 0	Juli 0
—	—	—	—	—	—	—	—
Jan. 4	—	—	—	—	—	—	—
Okt. 14	Dez. 10	Sept. 10 3. Dekade	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
März 26	Okt. 23	Sept. 10 3. Dekade	Nov. 10 1. Dek. Juni 8	Juni 0	Juli 0	Aug. 0	Sept. 1 2. Dek. 0
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Okt. 18	Nov. 10	Sept. 10 3. Dekade	Juni 0	Juli 0	Aug. 0	Sept. 0 1.—2. Dek.	—
Okt. 18	Sept. 10	Nov. 10	Jan. 9	1. Dekade Juni 8	—	—	—
Okt. 9	Dez. 0	Nov. 0	Juli 0	Aug. 0	Juni 0	—	—
April 67	Sept. 50	Febr. 35	Jan. 23	—	—	—	—
Mai 17	März 11	—	—	—	—	—	—
Nov. 50	April 46	März 37	Mai 35	—	—	—	—
Okt. 40	Dez. 40	Febr. 37	Jan. 24	1. Dekade	Juni 0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

Seite 328. — Die Ziffern hinter den Monaten bedeuten die Prozentzahl.

Dekade Juni, 0 im Juli, 0 im August, 0 in der ersten und zweiten Dekade des Septembers.

8. Leichte Entzündung der Konjunktive: 47% im März, 43% im Januar, 41% im April, 38% im Mai, 26% im Februar, 10% im Dezember.
9. Sprödigkeit der Lippen: 43% im Februar, 42% im März, 32% im Mai, 20% im April, 8% in der ersten Dekade Juni, 5% im Oktober, 4% im Januar.
10. Appetitlosigkeit: 43% im Februar, 42% im März, 19% im Januar.
11. Frösteln: 39% im Februar, 37% im Januar, 31% im März, 30% im Dezember, 21% im Mai, 18% im Oktober, 10% im November, 10% in der dritten Dekade des Septembers, 0 im Juni, Juli, August, in der ersten und zweiten Dekade des Septembers.
12. Fieber: 35% im Februar, 31% im März, 30% im April. 30% im Dezember, 23% im Mai, 18% im Oktober, 10% in der dritten Dekade des Septembers, 10% im November, 9% im Januar, 8% in der ersten Dekade Juni.
13. Influenzaformen: 31% im April, 31% im März, 30% im Mai, 13% im Januar, 9% im Februar, 9% im Oktober, 0 im Dezember, November, Juli, August, Juni.
14. Hartleibigkeit: 30% im Februar, 21% im März.
15. Unruhiger Schlaf: 36% im März, 24% im April, 23% im Mai, 19% im Januar, 4% im Februar, 16% in der ersten Dekade Juni.
16. Schmerzen in den Schultern: 27% im Mai, 20% im April, 17% im Februar, 10% im März, 10% in der dritten Dekade des Septembers.
17. Hüftenschmerz: 20% im Mai, 11% im April, 10% in der dritten Dekade des Septemb., 9% im Januar, 2% im Februar.
18. Epistaxis: 9% im Mai, 5% im März, 0 in den andern Monaten.

Obwohl demnach im allgemeinen die häufigere Wiederholung der einzelnen Störungen in den am meisten getroffenen Monaten stattfindet, fehlt es doch nicht an Ausnahmen.

Man sieht z. B., dafs der Schnupfen infolge der Sonne häufiger im April und Dezember als im März und Januar war; die Pharyngitis infolge der Sonne, häufiger im April als im März, Februar und Januar; die Influenzaformen häufiger im April als im Januar und Februar. Bevor man jedoch in dieser Beziehung einen Schlufs ziehen wolle, wäre es notwendig, die Versuche verschiedene Jahre zu wiederholen, was mir nicht der Mühe wert scheint, da es sich augenblicklich nur um sekundäre Fragen handelt.

V. Welches ist die Reihenfolge in bezug auf die Dauer der Krankheit in den verschiedenen Monaten?

Die Krankheit dauerte 1—3 Tage in der ersten Dekade Juni bei den 76% der Fälle im Januar, den 63% im Februar, den 60% im Oktober, den 60% im Dezember, den 50% im September, den 50% im November, den 46% im April, den 37% im März, den 35% im Mai.

Die Dauer war hingegen von 4—10 Tagen bei den 53% der Fälle im Mai, den 52% im März, den 50% im September, den 50% im November, den 44% im April, den 40% im Oktober, den 40% im Dezember, den 37% im Februar, den 24% im Januar, 0 in der ersten Dekade Juni.

Endlich war die Dauer der Krankheit 10—20 Tage bei den 12% der Fälle im Mai, den 11% im März, den 10% im April.

Wie man also hieraus sieht, war die Dauer der Krankheit im allgemeinen länger in den am meisten getroffenen Monaten. Später werden wir auf die Ausnahmen zurückkommen.

VI. Welchen Einflufs übt während des Versuches das Schwitzen der Haut auf die nachteilige Wirkung der Sonne aus?

Die Antwort hierauf ist folgende: 1. Im allgemeinen ist die Sonne weniger nachteilig in den Monaten, in welchen man am meisten schwitzt, wie im Juni, Juli, August, September. Trotzdem können wir aber der Hautschwitzung noch keine wohltätige

Wirkung zuschreiben, da viel andere bekannte Faktoren berücksichtigt werden müssen, und von verschiedenen andern kann man das Vorhandensein vermuten. Um indessen einige Einzelheiten anzuführen, bemerke ich, dafs wir im Februar 21 Kranke ohne Schweifs während des Versuches hatten, und nur zwei, die schwitzten, waren 4—6 Tage lang krank. Im Januar, in welchem man 100 % Getroffener hatte, schwitzte kein einziger. Die Ursache hiervon war die niedere Temperatur. Im März war der Prozentsatz der Getroffenen ebenfalls 100%, und die drei, welche geschwitzt hatten erkrankten auch. Bei einem dauerte die Krankheit sogar 9 Tage, beim andern 6.

Man beachte jedoch, dafs die Transpiration nicht so ausgedehnt war wie in den Sommermonaten.

Im Oktober schwitzten von den sieben Kranken drei, andere zwei hingegen nicht. Wir können daher den Schlufs ziehen, dafs die Stärke der Transpiration, die man beim ruhigen Aufenthalte in der Sonne während der Winter- und Frühlingsmonate erreichen kann, keinen wohltätigen Einflufs auf die schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen ausübt.

VII. Ist der Aufenthalt in der Sonne während der Monate, in welchen sie schädlich ist, angenehm oder lästig?

Die angestellten Versuche ergeben folgendes in Hinsicht auf diese Frage: Der Aufenthalt in der Sonne war 63 % der im März ausgestellten Personen lästig und 37 % angenehm; im Januar war er 54 % lästig und 46 % angenehm; im Februar endlich war er 43 % der Personen lästig und 57 % angenehm.

Man kann demnach daraus schliefsen, dafs ungefähr die Hälfte der angestellten Personen sich in der Sonne wohlfühlten, was aber nicht der Fall sein wird, falls sie dem Winde, der Feuchtigkeit, der Kälte oder der übermäfsigen Hitze ausgestellt werden. Dieses erklärt uns auch, warum man oft nicht daran denkt, den Sonnenstrahlen die Schuld zuzuschreiben, wenn die beschriebenen Störungen auftreten.

VIII. Welchen Einflufs kann das angenehme oder lästige Gefühl im Aufenthalt in der Sonne auf die, von diesen Faktoren hervorgerufene Wirkung ausüben?

In bezug auf diese Frage können wir folgendes ausführen: Im Januar war die Zahl der Krankheitstage bei acht Personen, welchen der Aufenthalt in der Sonne angenehm war, 30, während sie bei andern acht, denen die Sonne lästig war, 19 Tage war.

Im Februar war fast kein Unterschied, da bei zehn Personen, denen der Aufenthalt in der Sonne lästig war, man im ganzen 26 Krankheitstage hatte, und 23 bei denen, die sich gern in der Sonne aufhielten.

Im März hatte man 28 Krankheitstage bei sieben Personen, die sich gern in der Sonne aufhielten, und 44 bei denen, welchen der Aufenthalt in der Sonne lästig war.

Während demnach im März die Dauer der Krankheit bei den Personen, denen der Aufenthalt in der Sonne lästig war, doppelt so lang war als bei den andern, finden wir keinen Unterschied im Februar, im Januar hingegen haben wir das Gegenteil. Man kann also ohne weiteres hieraus schliefsen, dafs die Krankheit nicht immer schwerer ist bei denen, welchen der Aufenthalt in der Sonne lästig ist.

IX. Geht den von den Sonnenstrahlen bewirkten Beschwerden eine Inkubationsperiode voraus oder nicht?

Eine wahre und richtige Inkubationsperiode fehlt gänzlich bei 100% der Fälle im November, bei 100% der Fälle im Dezember, den 89% im März, den 83% im Mai, den 80% im Oktober, den 67% im April, den 50% in der dritten Dekade des Septembers, den 31% im Februar und den 23% im Januar.

Ich konstatierte hingegen eine Inkubationsperiode von 1 bis 10 Stunden in 77% der Fälle im Januar, in 65% im Februar, 50% im September, 41% im April, 20% im Oktober, 17% im Mai, 11% im März.

X. Von welcher Bedeutung ist das Vorhandensein oder die Abwesenheit einer Inkubationsperiode in bezug auf die Schwere der Störungen?

Um diese Frage beantworten zu können, habe ich die Zahl der Krankheitstage bei einer bestimmten Zahl von Kranken, bei denen entweder eine Inkubationsperiode sich zeigte oder fehlte, berechnet.

Das Resultat war folgendes: Im Januar zeigten sich 13 Krankheitstage bei vier Kranken ohne Inkubationsperiode und elf bei vier Kranken, bei denen eine Inkubationsperiode festgestellt wurde.

Im Februar fanden wir 28 Tage bei neun Kranken ohne Inkubationsperiode und 26 bei anderen neun mit Inkubationsperiode.

Im März hatten wir nur zwei Kranke mit Inkubationsperiode und die Zahl der Krankheitstage war bei diesen acht, was ungefähr mit der Mittelzahl der anderen übereinstimmte, bei denen die Inkubationsperiode fehlte.

Im April hatte man 133 Krankheitstage bei 33 Personen mit Inkubationsperiode und 112 bei andern 33 Kranken, bei denen eine Inkubationsperiode fehlte.

Im Mai 39 Krankheitstage auf sechs Kranke mit Inkubationsperiode gegen 30 bei sechs andern Kranken ohne Inkubationsperiode.

Im September und Oktober war die Zahl der Getroffenen zu gering, um hierüber etwas bestimmen zu können, so dafs sowohl in dem einen wie im andern Monate drei Tage bei dem einzigen Kranken mit Inkubationsperiode und vier Tage bei dem andern ohne Inkubationsperiode sich ergaben.

Im November und Dezember zeigte sich kein Fall mit Inkubationsperiode.

Infolgedessen kann man sagen, dafs sich kein Unterschied in der Schwere der Krankheit ergibt, ob derselben eine Inkubationsperiode vorausging oder nicht. In drei Monaten (Januar, April, Mai) hatte man bei den Kranken ohne Inkubationsperiode eine etwas geringere Anzahl von Krankheitstagen als bei denen,

bei welchen eine Inkubationsperiode festgestellt wurde. Im Februar hatte man das Gegenteil.

XI. Welches Verhältnis zeigt sich zwischen dem Alter der Personen und ihrer Empfindlichkeit der Wirkung der Sonnenstrahlen gegenüber?

Im Januar hatten wir 30% mehr oder weniger schwere Fälle (4—22 Krankheitstage) bei Personen im Alter von 14—18 Jahren und 60% leichte Fälle (1—3 Krankheitstage); 14% hingegen mehr oder weniger schwere Fälle und 80% leichte bei Personen im Alter von 24—40 Jahren. Die Zahl der schweren Fälle war also doppelt so grofs bei den Jüngeren.

Im Februar: 44% mehr oder weniger schwere Fälle und 55% leichte bei den jüngeren Personen und 21% schwere und 50% leichte bei den Erwachsenen. Also bei den Jüngeren war die Zahl der schweren Fälle wieder doppelt so grofs als bei den Erwachsenen.

Im März: 45% mehr oder weniger schwere Fälle und 57% leichte bei den jüngeren Personen, hingegen bei den Erwachsenen 78% mehr oder weniger schwere Fälle, und 22% leichte. Folglich war die Zahl der schweren Fälle bei den jüngeren Personen hier fast die Hälfte jener bei den Erwachsenen.

Im April: 25% schwere Fälle und 58% leichte unter den jungen Personen; 62% schwere und 31% leichte Fälle unter den Erwachsenen. Man hatte also wieder bei den jüngeren Leuten ungefähr die Hälfte der Zahl der schweren Fälle als bei den Erwachsenen.

Im Mai hatte man unter den jungen Personen 27% schwere und 80% leichte Fälle; unter den Erwachsenen 46% schwere und 37% leichte, d. h. unter den jüngeren Personen die Hälfte der Fälle ungefähr, die man unter den Erwachsenen fand.

Man hatte demnach zweimal unter den jüngeren Personen die zweimal so grofse Anzahl von schweren Fällen als unter den Erwachsenen, hingegen dreimal nur die Hälfte. Dies genügt aber noch nicht, um daraus schliefsen zu können, dafs die Jüngeren weniger empfindlich seien, um so mehr da die Zahl der Kranken unter den Jüngeren und den Erwachsenen gleich war.

XII. Welchen Einfluſs hat die Körperkonstitution der Personen?

Bisher habe ich noch keinen wahren Unterschied finden können, welcher mir die Berechtigung geben könnte, den Schwachen und Blutarmen eine gröſsere Empfindlichkeit zuzuschreiben als den Starken.

Hiermit will ich jedoch die Möglichkeit etwaiger Unterschiede ganz verneinen. Um zu einer bestimmten Entscheidung zu gelangen, wären zahlreiche und besondere Untersuchungen bei einer groſsen Anzahl von Personen notwendig.

XIII. Welche Bedeutung hat nun die Dauer der Einwirkung der Sonne?

Ich fand keinen besonderen Unterschied in der Aussetzung von 30 Min. und jener von 60 Min. im Februar oder einer Versuchsdauer von 30, 60, 70 Min. im März, sei es in Hinsicht auf die Anzahl der Kranken, sei es in bezug auf die Krankheitsdauer. Ebensowenig zeigte sich ein Unterschied bei den Experimenten von 15—30 oder 40, 60, 70 Min. im Mai. Auch im Oktober, November und Mai fand ich keinen Unterschied.

Hingegen zeigte sich im April ein gewisser Unterschied, da infolge einer Sonnenwirkung von zwei Stunden der Prozentsatz der Getroffenen, bei denen die Krankheit über acht Tage dauerte, 51 % war, während derselbe nur 37 % bei den Personen war, die der Sonne nur 30—60 Min. ausgestellt waren.

Obwohl es nicht unwahrscheinlich ist, daſs die Versuchsdauer von zwei Stunden eine gröſsere Wirkung habe als jene von 30 oder 60 Min., so habe ich dies doch nicht deutlich beweisen können.

XIV. Ist ein Unterschied in der Wirkung der Sonnenstrahlen, je nach der Tageszeit?

Es scheint dies nicht der Fall zu sein. Ich fand keinen bedeutenden Unterschied in den Resultaten der Versuche, die ich um 10 Uhr 20 Min. vormittags oder um 3 Uhr 20 Min. nachmittags an einem und demselben Tage im Januar anstellte. Die

um 9 und um 10 Uhr an ein und demselben Tage im Februar angestellten Versuche ergaben keinen Unterschied; ebensowenig zeigte sich ein Unterschied in den an einem und demselben Tage im April um 9 Uhr 30 Min. oder um 5 Uhr oder an demselben Tage im Mai um 9 Uhr 30 Min. oder 3 Uhr 30 Min. oder 4 Uhr 10 Min. angestellten Versuche. Endlich nahm ich keinen Unterschied im November zwischen jenen um $8\frac{1}{4}$ oder $10\frac{3}{4}$ Uhr wahr. Das Resultat gestaltete sich hingegen anders im März; hier hatten wir eine gröfsere Anzahl von Erkrankten um 10 Uhr als um 4 Uhr nachmittags; ebenso war im Oktober die Zahl der Kranken gröfser um $8\frac{1}{4}$ Uhr als um 11 Uhr.

Wenn man also den im Mai und Oktober wahrgenommenen Unterschied, der nur zufällig sein, oder den man wie gesagt, auch andern Ursachen zuschreiben kann, mufs ich zu dem Schlusse kommen, dafs die Wirkung der Sonnenstrahlen in meinen Untersuchungen nicht den verschiedenen Stunden des Tages unterworfen ist.

XV. Welchen Einflufs übt die Aussetzung einer Seite des vollen Gesichtes oder des Genickes auf die Schwere der Störungen aus?

Bisher habe ich noch keinen besonderen Unterschied in der Art und Weise der Aussetzung gefunden, mag in derselben nur eine Seite oder die Stirne in Betracht kommen. Ebensowenig erlauben mir die wenigen Versuche, die ich in dieser Beziehung aufs Genick machte, ein Urteil hierüber auszusprechen.

XVI. Welche Verbindung besteht zwischen den meteorologischen Faktoren und der Wirkung der Sonne?

In den verschiedenen einzelnen Monaten habe ich kein Verhältnis wahrgenommen in dem Unterschiede zwischen der Temperatur in der Sonne oder im Schatten, der Feuchtigkeit, der Richtung und Schnelligkeit des Windes und der Wirkung der Sonnenstrahlen. Hingegen tritt das Verhältnis klar zutage, wenn man die Morbidität, d. h. den Prozentsatz der Kranken, während

der zwölf sog. meteorologischen Monate vergleicht. Man bemerkt dann tatsächlich:

a) dafs bei uns die schädliche Wirkung sich bei einer Sonnentemperatur (thermometrischen) 14—31°, besonders zwischen 16—26°, nicht bei einer Temperatur von 32—37° entfaltet,

b) dafs man die schädliche Wirkung bei einer Temperatur im Schatten von 11—27°, besonders zwischen 11—15°, nicht aber zwischen 26—30° wahrnimmt,

c) dafs man keinen besonderen Einflufs in bezug auf die Feuchtigkeit wahrgenommen hat. Dieselbe ist etwas stärker (36—75°) in den schädlichen Monaten als in den unschädlichen (25—43°) z. B. im Juni, Juli, August, in der ersten und zweiten Dekade des Septembers. In diesen Monaten ist auch die Schwankung von einem Tage zum andern bedeutend geringer.

Da übrigens dieser Unterschied in der Temperatur der Feuchtigkeit und des Windes nur die ist, welche den Sommer von den andern drei Jahreszeiten unterscheidet, so würde immerhin noch der Beweis zu liefern sein, dafs diese meteorologischen Bedingungen wirklich in einem zufälligen Verhältnisse mit der schädlichen Wirkung der Sonne stehen, da diese Wirkung durch die Verschiedenheit in der Komposition des Sonnenspektrums bewirkt wird oder von andern unbekannten Ursachen abhängen kann.

